

ПРИРОДА



Я Н В А Р Ь

1 9 5 8



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ПРИРОДА

ЯНВАРЬ

1

1958

ГОД ИЗДАНИЯ Сорок седьмой

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

АКАДЕМИК Д. И. ЩЕРБАКОВ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Д. М. ТРОШИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик Н. Н. АНИЧКОВ (медицина), академик А. Е. АРБУЗОВ (химия), академик К. М. БЫКОВ (физиология), академик А. П. ВИНОГРАДОВ (геохимия), академик И. П. ГЕРАСИМОВ (география), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (зоология и паразитология), академик В. Н. СУКАЧЕВ (ботаника), академик А. М. ТЕРПИГОРЕВ (техника), академик Н. В. ЦИЦИН (сельское хозяйство), член-корреспондент АН СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (математика), член-корреспондент АН СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (океанология), член-корреспондент АН СССР Х. С. КОШТОЯНЦ (физиология), член-корреспондент АН СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология), член-корреспондент АН СССР Б. В. НЕКРАСОВ (химия), член-корреспондент АН СССР Н. И. НУЖДИН (биология), член-корреспондент АН СССР И. И. ТУМАНОВ (физиология растений), член-корреспондент АН СССР А. И. ШАЛЬНИКОВ (физика), доктор биологических наук В. Л. КРЕТОВИЧ (биохимия), доктор фило-математических наук Б. В. КУКАРКИН (астрономия), доктор фило-математических наук С. Ю. ЛУКЬЯНОВ (физика), доктор технических наук В. А. МАГНИЦКИЙ (геофизика), доктор фило-математических наук К. К. МАРДЖАНИШВИЛИ (математика), доктор географических наук А. Х. ХРГИАН (метеорология), доктор биологических наук К. К. ФЛЕРОВ (палеонтология), А. И. НАЗАРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

С О Д Е Р Ж А Н И Е

К НОВЫМ ВЫСОТАМ НАУЧНОГО ПРОГРЕССА	3
<i>В. Ф. Бурханов</i>	
ВЕЛИКИЙ СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ	9
<i>Профессор Ю. А. Победоносцев</i>	
О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА ЗЕМЛИ	19
<i>А. Ф. Карпевич</i>	
НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ АЗОВСКОГО МОРЯ	26
<i>Н. П. Бехтерева</i>	
БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА	32
<i>Профессор Г. А. Курсанов</i>	
РЕАКЦИОННАЯ СУЩНОСТЬ «ЕСТЕСТВЕННОЙ» РЕЛИГИИ	39

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

<i>А. С. Кривиский. Проблема происхождения жизни на Земле (Международный симпозиум в Москве)</i>	45
--	----

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ГЕОФИЗИЧЕСКИЙ ГОД

<i>Н. И. Гришин. Наблюдения серебристых облаков</i>	55
<i>Профессор Н. Л. Корженевский. Исследования ледника Федченко</i>	57

ЭКСПЕДИЦИИ И ПУТЕШЕСТВИЯ

<i>Г. С. Горшков. Необычайное извержение на Камчатке</i>	61
--	----

НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

<i>Профессор Цв. Д. Стайков. Химизация сельского хозяйства в Болгарии</i>	69
---	----

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

<i>Член-корреспондент АН СССР Б. Н. Делоне. О поддерживающей силе крыла самолета (К 50-летию со дня опубликования статьи Н. Е. Жуковского «О присоединенных вихрях»)</i>	73
--	----

НОВОСТИ НАУКИ

<i>Л. Д. Пузиков. Создание теории сверхпроводимости</i>	83
---	----

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

М. М. Лепский. Астрономические явления в 1958 году (85). Д. В. Корольков, Н. С. Соболева. Новое о радиоизлучении солнечных пятен (87). Профессор Г. И. Покровский. О воздушном и космическом полете (90). Е. И. Капитонов, И. А. Вембер. Соединение реки Кубани с Черным морем (93). А. С. Кесь. О колебаниях уровня Аральского моря (95). На вклейке. Редкая фотография шаровой молнии. Профессор М. Х. Чайлахан. Химические стимуляторы роста (99). А. В. Напалков. Условный рефлекс и сложные формы поведения животных (103). А. Б. Матинян. Селекция чайного растения в СССР (104). А. Г. Томилин. Особенности поведения китообразных (108). Альбинизм у животных (110). Д. Н. Лев. Новые находки в пещере Аман-Кутан (112).

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

Л. Э. Караев. Камеденосы в Азербайджане (114). К. Н. Кузьменко. Как щука заглатывает добычу (115). В. В. Горбачев. Открытие нового ледника на Северном Урале (115). В. Я. Паровицков. Кольцевание лесной куницы (115). И. В. Стеллецкий. Массовый лёт стрекоз (116).

АКВАРИУМ И ТЕРРАРИУМ

<i>М. М. Лебеденко-Юдкин. Современная аквариальная техника</i>	117
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Я. Б. Коган. Итоги побед социализма (121). Г. Д. Курочкин, Л. В. Семенов. Монография об обширном и богатом крае (123). И. И. Канаев. Книга о выдающемся ботанике и педагоге (124). Коротко о новых книгах (125).

КАЛЕНДАРЬ ПРИРОДЫ

<i>Г. А. Ремизов. Сезонное развитие природы в январе (127). А. О. Кеммерих. Ледовый режим рек (128).</i>	
--	--

К НОВЫМ ВЫСОТАМ НАУЧНОГО ПРОГРЕССА



Истекший 1957 год — год знаменательно-го сорокалетия Великой Октябрьской социалистической революции — завершен замечательными успехами нашей Родины во всех областях экономического, культурного, научного и технического развития. С законной гордостью оглядывают советские люди пройденный путь — путь самоотверженного труда и борьбы, приведший страну к вершинам прогресса, превративший ее в могущественную социалистическую державу мира, с которой связывает свои сокровенные чаяния все трудящееся человечество.

Новый, 1958 год, открывший пятое десятилетие Октября, начался в условиях бурного подъема всех творческих, созидательных сил советского народа, вдохновленного грандиозными перспективами коммунистического строительства. «Коммунизм, — говорил на юбилейной сессии Верховного Совета СССР Н. С. Хрущев, — это уже не отдаленное будущее, его величественное светлое здание все яснее вырисовывается перед взорами народов, оно растет и будет приобретать все более совершенные формы с каждым успехом в труде рабочих, крестьян, интеллигенции нашей многонациональной страны».

1958 год вступил в свои права под знаком дерзновенных творений советского человека. Весь мир изумлен и взволнован советскими искусственными спутниками Земли — этими новыми звездами Вселенной, вестниками про-

гресса и мира, олицетворяющими и чудесную силу человеческого знания, и великую жизненность социализма. Только при социализме, где навсегда устранены разъедающие язвы капиталистического эгоизма и корыстолюбия и причины их порождающие, где раскрыты широчайшие просторы для научного изыскания и эксперимента, можно беспредельно раздвигать границы познания мира и изменять его для всеобщего блага людей.

Достижения нашей страны колоссальны, они знаменуют начало новой эры в развитии науки и техники, о которой в недавнем прошлом можно было только мечтать. Увенчан успехом первый прорыв в космос, в неизведанные межпланетные просторы, совершен поистине исторический подвиг, показавший всему миру, на что способен творческий гений и созидательный труд народа социалистического общества, свободного от оков капиталистического угнетения. Миллионы людей во всех частях света восторженно приветствуют победу советской науки, вышедшей на одно из первых мест в мире, внесшей неопценимый вклад в мировую цивилизацию и намного обогатившей общечеловеческую культуру. Коммунистическая партия, Советское правительство, весь наш народ высоко оценили самоотверженный труд советских ученых, конструкторов, инженеров и рабочих, создавших первые в мире искусственные спутники Земли и осуществивших их за-

пуск. Полные сил и энергии, мы поднимаемся к новым высотам научного и технического прогресса, глубоко уверенные в незыблемой правоте, в торжестве великого дела коммунизма.

* * *

Общественное развитие нашего времени как никогда богато событиями огромной исторической важности. «Основным содержанием нашей эпохи, — подчеркивает Декларация Совещания представителей коммунистических и рабочих партий социалистических стран, — является переход от капитализма к социализму, начатый Великой Октябрьской социалистической революцией в России». Социализм — самая справедливая, благородная и гуманная система общественного устройства — стал делом повседневной жизни миллионов людей, он одержал победу более чем на одной четверти территории Земли и обрел верных друзей и сторонников среди большинства человечества. Сложившаяся мировая социалистическая система сплочена содружеством социалистических государств, общностью их интересов и целей, общей классовой сущностью социально-экономического и государственного строя, общей для всех идеологией марксизма-ленинизма. Идеи социализма, мира, мирного сосуществования, сотрудничества и дружбы народов, провозглашенные и претворяемые в жизнь социалистическими государствами, коммунистическими и рабочими партиями, находят глубокий отклик в сердцах трудящихся всех стран; эти идеи овладевают сознанием миллионов людей во всем мире.

Характерная особенность нашей эпохи — развертывающееся соревнование двух противоположных общественных систем: социалистической и капиталистической, ход и результаты которого определяют мировое развитие современности. Неопровержимые факты минувших четырех десятилетий подтверждают, что социализм далеко превосходит капитализм, что в соревновании двух систем капитализм терпит явное поражение. Социализм растет и крепнет, неуклонно идет ввысь, концентрируя могучую энергию творческих сил народных масс. В то же время, капитализм на его империалистической стадии все более и более слабеет, идет к упадку, утратив бывшее господство над большей частью человечества. У социализма — прочное сегод-

ня и уверенное завтра, у империализма — шаткое и неустойчивое настоящее, у него нет и не может быть будущего.

Преимущества социализма перед капитализмом находят всестороннее выражение во всем многообразии современной жизни. Преодолев раздирающие капитализм непримиримые противоречия, сковывающие и уродующие развитие производительных сил общества, социализм создал реальные возможности для непрерывного и стремительного их роста, для умножения общественного богатства, расцвета науки, культуры, для подъема материального уровня жизни трудящихся масс.

Возьмем, например, движение промышленного и сельскохозяйственного производства, этот важнейший показатель экономической мощи государства. За 40 лет валовая продукция промышленности СССР возросла в 33 раза, при этом производство средств производства — этой основы основ всей экономики — в 74 раза. Какой гигантский скачок! И достигнут он фактически за два с небольшим десятилетия, так как почти 20 лет ушло на навязанные нам войны и последующее восстановление разрушенного ими народного хозяйства.

По сравнению с дореволюционным временем почти в три раза увеличилось товарное производство зерна, в шесть раз — хлопка-сырца, подсолнечника и овощей, почти в три раза — сахарной свеклы и картофеля, в два раза повысилась товарная продукция мяса, в три раза — молока, в три раза — шерсти. За последние четыре года освоено 36 млн. га целинных и залежных земель, что почти равно посевным площадям Англии, Франции, Федеративной Республики Германии и Швеции, вместе взятым.

Какая капиталистическая страна в мире может сравниться с нашей по темпам развития своего хозяйства? Такой страны нет. Капитализму неведом и недоступен тот взлет производства, который свойственен социализму. Чтобы добиться примерно такого же увеличения объема промышленного производства, какого достиг Советский Союз, таким странам, как США, Германия, Англия, потребовалось от 80 до 150 лет. И если раньше по размерам промышленной продукции СССР занимал одно из последних мест, то теперь он стоит впереди всех государств Европы, уступая США.

Советские люди полны решимости в ближайшие 15 лет не только догнать, но и превзойти современный объем производства важнейших видов продукции в США, и тем самым значительно приблизить выполнение основной экономической задачи — догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству продукции на душу населения. Наша страна ставит перед собой цель — добиться в решающих отраслях индустрии расширения производства примерно в два-три раза, что вместе с крутым подъемом сельского хозяйства даст возможность в ближайшее время значительно повысить жизненный уровень народа, более полно удовлетворять его непрерывно растущие материальные и культурные потребности.

Для этого у нас есть все необходимые условия: и мощная социалистическая индустрия, оснащенная передовой техникой, и крупное механизированное сельское хозяйство, и высококвалифицированные кадры, и выдающиеся достижения советской науки и техники, и неисчерпаемые природные богатства, и тесное сотрудничество и взаимопомощь стран мировой системы социализма.

* * *

Достижения советской науки и техники, за которыми с большим вниманием следит весь мир, — закономерный итог развития социализма в нашей стране. Могучая поступь социализма из года в год расчищала путь к просвещению народа, к умножению его духовных богатств и расцвету науки. Только для тех, кто всегда были далеки от жизни нашей страны, великие победы советской науки явились сверхнеожиданностью, каким-то ошеломляющим чудом. В действительности, новые рекордные достижения нашей науки и техники не чудо, а естественный результат непрерывного накопления творческих сил, укрепления материально-технической и научной базы страны; успешного овладения теорией во многих областях знания.

Одно из решающих условий выдающегося успеха научно-технического развития страны — невиданные в истории темпы и масштабы подготовки специалистов. В СССР высшие учебные заведения ежегодно выпускают для народного хозяйства более 250 тысяч высококвалифицированных специалистов. По тем-

пам подготовки инженерно-технических кадров Советский Союз обогнал США и Англию, что вызывает немалую тревогу в этих странах. Непрерывно расширяется сеть научно-исследовательских учреждений, более чем в 20 раз увеличилось по сравнению с дореволюционным временем число научных работников.

Заботами Коммунистической партии и Советского правительства в стране создан мощный научный коллектив, способный решать самые сложные, самые трудные проблемы науки. Вооруженные диалектико-материалистическим методом, спаянные единой общей целью, советские ученые, представители разных специальностей, активно участвуют в широкопланированных исследовательских работах, в своеобразных «штурмах» еще не изведанных природных процессов. Так, например, общими усилиями советских физиков, химиков, энергетиков и других ученых был осуществлен прорыв в недра атома, созданы новые принципы ускорения элементарных частиц, благодаря которым удалось получить протоны с энергией, еще никогда не достигнутой учеными ни в одной стране мира.

Коллективность и комплексность исследований сделали возможным успешное решение в области реактивных движений таких сложных проблем, которые выходят за границы одной научной дисциплины. Венцом этих успехов и явились советские искусственные спутники Земли, позволившие сделать первые значительные шаги в овладении космическим пространством.

Советские искусственные спутники Земли воплотили в себе высший уровень развития таких наук, как механика, металлургия, химия, радиотехника, электротехника, автоматика и многих других дисциплин; они — живое воплощение многолетнего гигантского труда народа, превратившего нашу страну в могучую индустриальную державу. Успешный запуск спутников сделал возможным развертывание ряда сложных и до этого недоступных исследований: условий космического полета живого существа; состава первичных космических лучей; характера солнечного излучения, не искаженного атмосферным поглощением; вероятности метеорной опасности; распространения радиоволн через ионосферу и многих других скрытых от человека природных процессов.

В содружестве с другими учеными, в тесном общении с производством советские физики разработали многие вопросы теории полупроводников, внося значительный вклад в теоретическую физику: идеи о поляронах, экситонах и фононах. Открытие сегнетоэлектриков, явления парамагнитного резонанса, фотомагнитного эффекта, излучения света быстрыми электронами, сверхтекучести, второго звука в разновидности гелия при низких температурах и многие другие достижения советской физики были восприняты некоторыми учеными за рубежом как счастливые удачи, индивидуальный успех отдельных исследователей. На самом деле эти значительные события в жизни мировой науки подготовлены той большой планомерной теоретической и экспериментально-исследовательской работой, которая ведется в наиболее благоприятных условиях, созданных социалистическим строем.

Властное требование жизни, прогресс социалистического производства неперестанно ставят перед нашей наукой все новые и новые задачи, путь к разрешению которых идет через углубленную разработку теории, оплодотворенной опытом, практикой. Чрезвычайно показателен в этом отношении рост многих областей математики, которая действительно влияет на развитие не только физики, механики, химии, но и непосредственно на рождение новой сложной техники. Крупные достижения советских математиков в теории сыграли огромную роль в прогрессе нашей страны в области применения атомной энергии, в развитии автоматического регулирования процессов производства, создании электронных вычислительных машин, в распространении новых видов связи, широком использовании законов гидродинамики. Потребность радиосвязи, например, вызвала необходимость изучения радиоволн, в процессе которого советскими учеными были созданы большого принципиального значения работы по измерению скорости распространения радиоволн, по теории информации, помехоустойчивости. Сооружение по плану ГОЭЛРО первых линий электропередач высокого напряжения побудило развернуть научные исследования, завершившиеся решением общей проблемы передачи тока высокого напряжения на огромные расстояния.

Тесная взаимосвязь теории и практики ярко проявилась в прогрессе турбогене-

раторостроения и котлостроения, во многих других разделах теплотехники. Научные исследования в области теплового моделирования, всего комплекса явлений теплообмена в двухкомпонентной среде, ряд работ по теплофизике, механике, по теории горения обеспечивают создание в нашей стране мощных (до 300 тыс. *квт*) турбогенераторов, паровых котлов, производительностью в 700—800 *т* пара в час, при температуре пара в 500—800° и давлении в 150—200 *ат*.

Огромный раздел естествознания — химия, высокие достижения которой отмечаются всем миром, дает много ярких примеров того, насколько в условиях советской действительности возросли возможности научных исследований. Созданные гениальными творениями Менделеева, Бутлерова и других выдающихся русских ученых, отдельные направления химической науки в советскую эпоху объединяются в единый широкий фронт, опирающийся на выросшую за годы пятилеток мощную химическую промышленность. Методы химического и физико-химического анализа проникают во все виды производства. Среди многочисленных открытий в области физики и химии ярко выделяется разработанное в нашей стране за советские годы учение о цепных реакциях, которое оказало огромное влияние на самые различные области естествознания. Химик-исследователь, химик-экспериментатор получают широчайшую возможность проверки своих научных идей, внедрения результатов своих поисков в самые разнообразные отрасли промышленности. В итоге рождаются новые научные школы и направления, создаются многие эффективные методы получения новых химических соединений, действенные способы переработки химических продуктов и выработки новых видов сырья, материалов, полнее используются природные ресурсы нашей страны.

Плодотворно развиваются электрохимия, радиохимия, создается химическая механика, изучающая поверхностные химические воздействия как фактор изменения механических свойств материалов. Научная химия и химическая промышленность стали одним из важнейших рычагов развития народного хозяйства, составным звеном индустриальной мощи страны, действенным средством подъема урожайности полей и продуктивности всего сельского хозяйства.

Широкие горизонты дальнейшего расцвета науки раскрывает перспективный план развития народного хозяйства на 1959—1965 гг., постановление о разработке которого недавно приняли ЦК КПСС и Совет Министров СССР. В этом семилетнем плане предусмотрен дальнейший рост тяжелой индустрии и на его основе — повышение темпов и ускорение развития отраслей производств, связанных непосредственно с удовлетворением потребности населения в товарах широкого потребления, особенно в одежде и обуви. Особый упор будет сделан на развитие таких отраслей химической промышленности, как производство пластических масс, искусственных текстильных волокон, заменителей кож для обуви, на значительное увеличение добычи нефти и газа, на быстрое развитие черной и цветной металлургии и высокие темпы электрификации страны.

Основные направления перспективной семилетней программы отражены в принятом Верховным Советом СССР Государственном плане развития народного хозяйства на 1958 г. Ускоренный рост ключевых отраслей тяжелой индустрии, химической, нефтяной и газовой промышленности, дальнейшее развитие энергетической базы страны, машиностроения, ускорение технического перевооружения транспорта — все это немыслимо без повышения темпов технического прогресса и быстрее внедрения в народное хозяйство новейших научных и технических достижений. Важнейшим условием этого прогресса является подготовка научных кадров и всемерное развитие научно-исследовательских работ.

Наша страна обладает развитой сетью научных учреждений. И все же материальная база науки непрерывно расширяется. Ставя большие задачи перед наукой, Партия и Правительство все более улучшают условия для научной деятельности в стране. Непрерывно увеличиваются ассигнования на образование, на подготовку кадров и культуру; в 1958 г. они достигают громадной суммы — 68,9 млрд. руб. Растут затраты и на развитие науки — в 1958 г. они составят 18,2 млрд. руб., на 1,8 млрд. больше, чем в 1957 г.

Весьма важно подчеркнуть роль, которая отведена планом 1958 г., химической промышленности, особенно производству пластмасс и искусственных материалов.

Наша отечественная наука подготовила прочную базу для роста этих отраслей химического производства. Это работы в области тяжелого органического синтеза, высокомолекулярных соединений, широкого использования каталитических методов, процессов теломеризации и др. Дальнейшее развитие всех этих исследований и быстрое внедрение их результатов в производство обогатит нашу промышленность обширным ассортиментом полупродуктов для получения высококачественных искусственных волокон и пластических масс. Катализ — мощное средство развития и нефтеперерабатывающего производства, ускорение темпов которого также предусмотрено планом 1958 г. Велика задача науки и в дальнейшей интенсификации металлургических процессов, в создании специальных и прочных сплавов, [необходимых промышленности.

Наши ученые призваны двинуть вперед работы по чрезвычайно важной для народного хозяйства комплексной проблеме — создание Единой энергетической системы Европейской части СССР.

В государственном плане развития народного хозяйства на 1958 г. одним из основных заданий поставлено усиление поисков и разведка месторождений нефти и газов, богатых железных, марганцевых и титановых руд, меди, свинца, никеля, алюминия, алюминиевого сырья, золота, редких металлов и рассеянных элементов, новых месторождений коксующихся и энергетических углей, бора, плавленого шпата, асбеста и других видов сырья и материалов.

Накопленный за годы пятилеток опыт обширных геологических и поисковых работ, разработанные на основе научно-теоретических обобщений новые методы разведки, исследования горных пород и определения месторождений должны быть широко применены при реализации плана 1958 г. Несомненно, много даст и возросшая геологическая изученность территории Советского Союза и обеспеченность государственными геологическими картами как всей страны, так и ее крупных районов. Долг советских геологов — смелее использовать новейшие геофизические и геохимические методы при разведке месторождений, нейтронный карротаж и другие современные средства, основанные на достижениях ядерной физики. Велика роль во всем комплексе поисковых и

разведочных работ филиалов Академий наук СССР и республиканских академий. Так, успешные исследования, проведенные геологами Академии наук Казахской ССР и Министерством геологии республики позволили Казахстану занять ведущее положение по цветным металлам. Широко известны исследования природных богатств Кольского полуострова (апатитов, нефелинов и других полезных ископаемых), проведенные Кольским филиалом Академии наук СССР и Ленинградским геологическим управлением. Ныне на Востоке организуется крупнейший научный центр нашей страны — Сибирское отделение Академии наук СССР с разветвленной сетью научно-исследовательских учреждений, что послужит еще более интенсивному изучению и использованию природных ресурсов.

В перспективном плане развития народного хозяйства СССР большое внимание уделено дальнейшей специализации производства, лучшему размещению производительных сил страны. Огромную помощь в этом несомненно окажут научные исследования, ведущиеся комплексными экспедициями Совета по изучению производительных сил и Институтом географии Академии наук СССР. Многие должны будут в последующем внести во все эти области знания организующиеся при Сибирском отделении Академии наук СССР институты географии в Новосибирске и Иркутске. Реальные результаты деятельности геолого-географических институтов и их экспедиций будут тем более ощутимы, чем теснее они увяжут свои научные поиски с основными направлениями плана развития народного хозяйства. Более согласованно, оперативно в этом же направлении должны

протекать многие исследования по биологии, особенно в таких ее важных отраслях, как агробиология, растениеводство, микробиология, гидробиология, океанология, зоология, наука о лесе и т. д. Быстрое внедрение результатов научных исследований в производство обеспечит значительное повышение производительности и облегчение труда советских людей.

* * *

Велики победы страны социализма, грандиозны стоящие перед нами задачи. Вступая в новый год, советский народ — народ-созидатель, полный уверенности в своем будущем, разворачивает борьбу за достижение дальнейших успехов во всех отраслях народного хозяйства, за повышение уровня благосостояния и культуры. Мы смело предлагаем капиталистическим странам соревноваться не на военном, а на мирном поприще, не в изобретении новых видов смертоносного оружия, а в развитии производительных сил, науки, техники, культуры, в создании лучших условий жизни для человека.

Вместе со всем народом, объединенные общей целью, едиными мыслями, советские ученые отдают все свои творческие силы и энергию укреплению могущества Советского государства. Мы убеждены, что величественные планы строительства коммунизма, разработанные Коммунистической партией, будут претворены в жизнь и наша великая Родина в тесном содружестве с социалистическими странами, укрепляя дружбу и сотрудничество со всеми миролюбивыми государствами, достигнет еще больших высот научного и технического прогресса.



ВЕЛИКИЙ СЕВЕРНЫЙ МОРСКОЙ ПУТЬ

В. Ф. Бурханов

Кандидат географических наук

Главное управление Северного морского пути (Москва)



Северный морской путь в современном понятии представляет собой морскую судопходную магистраль, соединяющую по кратчайшему расстоянию через моря Северного Ледовитого океана (Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское) Европейскую часть Советского Союза с Дальним Востоком. Общая протяженность Северного морского пути около 2880 миль. Он пролегает вдоль берегов Советского Севера и является внутренним путем СССР.

Плавание между Западом и Востоком через Северный морской путь значительно короче, чем по южным морям. От Архангельска до Владивостока по Северному морскому пути 10 630 км, а через Суэцкий канал — 24 400 км.

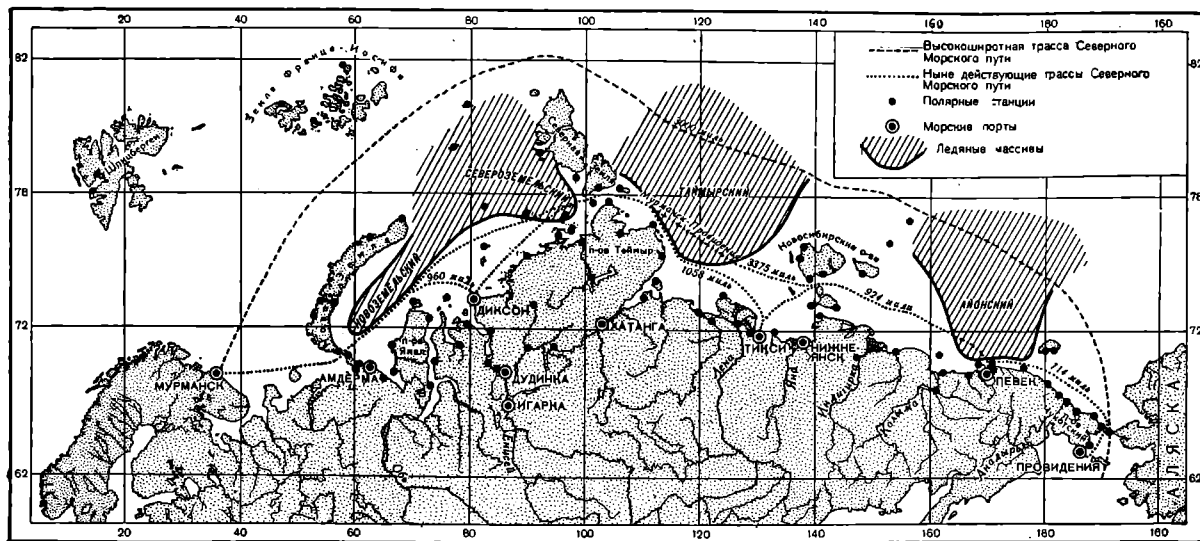
Физико-географические условия Северного морского пути отличаются большой суровостью. Главное препятствие для плавания в морях, по которым проходит этот путь, — льды, сковывающие поверхность в течение 8—9 месяцев в году. Навигация на отдельных участках Северного морского пути продолжается от одного до четырех месяцев. В благоприятные в навигационном отношении годы транспортные суда проходят Северный морской путь за 20—25 суток.

Ежегодно по Северному морскому пути проходят сотни судов различных типов и назначений, перевозятся сотни тысяч тонн грузов.

В Северный Ледовитый океан несут свои воды Северная Двина, Печора, Обь, Енисей, Пяси́на, Хатанга, Ана́бара, Оленёк, Лена, Я́на, Инди́гирка, Колы́ма. Эти реки образуют единую транспортную систему с арктическими морями, благодаря чему Северный морской путь играет важнейшую роль в хозяйственной жизни многих обширных внутренних областей нашей страны.

Более одной трети территории нашей страны находится за Северным полярным кругом и в своем экономическом и культурном развитии непосредственно связано с Северным морским путем. Это исторически определило глубокий интерес русского народа к Арктике.

Освоение морского пути вдоль северных берегов нашей Родины имеет многовековую историю. Еще в IX—X вв. русские люди появились на берегах Белого моря. Несколько позже русские поморы открыли Новую Землю, Грумант (Шпицберген) и уверенно плавали к этим арктическим островам на промысел морского зверя. Льды и морозы не могли остановить продвижения русских мореходов на север и на восток. Промышляя пушнину и морского зверя, наши предки совершенствовали суда, накапливали опыт плавания по ледовитым морям и постепенно заселяли Крайний Север. В 1601 г. русские основали на берегу Тазовской губы город Мангазею и установили оживленные



Обзорная карта Северного морского пути

экономические сношения с народами Сибири.

В 1648 г. Семен Дежнев и Федот Алексеев (Попов) обогнули северо-восточную оконечность Азии и впервые прошли из Северного Ледовитого океана в Тихий, доказав тем самым, что Азия не соединяется с Америкой.

Крупнейший вклад в дело исследования Северного морского пути внесли русские военные моряки, осуществив десятилетнюю Великую Северную экспедицию (1733—1743) — самую грандиозную за весь досоветский период исследования Арктики. Экспедиция охватила огромную территорию севера нашей страны, начиная от Белого моря на западе и кончая Охотским на востоке. Ее обслуживали 12 морских кораблей и десятки вспомогательных судов. Всему миру стали известны имена выдающихся моряков и ученых — Дмитрия и Харитона Лаптевых, С. Челюскина, С. Малыгина, Ф. Минина, Д. Овцына, Д. Стерлегова и В. и М. Прончищевых. Эти герои впервые нанесли на карту огромные пространства северных и восточных пределов нашей Родины и заложили основы научного представления о природе Арктики. Работами экспедиции был по сути дела открыт путь для плавания вдоль северных берегов нашей страны.

Отрядом Великой Северной экспедиции, работавшим на Дальнем Востоке под ру-

ководством испытанных военных моряков А. Чирикова и В. Беринга, были сделаны крупные открытия: большинство Алеутских островов, Аляска и часть северо-западного побережья Северной Америки.

Обобщение трудов Великой Северной экспедиции позволило М. В. Ломоносову изложить основы арктической океанографии, составить карту Северного Ледовитого океана, наметить схему течений и дрейфа льдов в Арктике, дать классификацию полярных льдов. Основные научные положения, высказанные Ломоносовым, сохранили свое значение и до нашего времени. Мечтой ученого было не только осуществление плавания вдоль берегов Сибири, но и отыскание короткого морского пути в высоких широтах из Европы в Китай. По его предложению, в 1765 г. была снаряжена высокоширотная экспедиция адмирала В. Я. Чичагова, которая принесла первые ценные сведения о льдах Центрального Полярного бассейна.

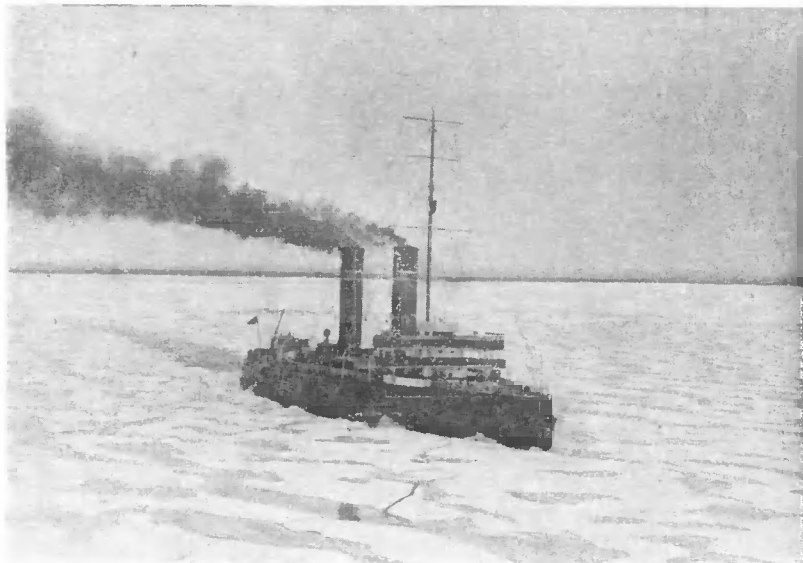
Обширные исследования проведены русскими в Арктике в конце XVIII и XIX вв. Самоотверженный труд по гидрографическому описанию и составлению карт Новой Земли прославил П. К. Пахтусова и А. К. Цивольку (1834—1835). Четыре плавания (1821—1824) совершил к Новой Земле Ф. П. Литке. Новосибирские острова, открытые в конце XVIII в. русскими промышленниками, были в 1820—1824 гг. де-

тально обследованы и положены на карту экспедицией П. Ф. Анжу.

В конце XIX в. русские прогрессивные общественные деятели выступают за изучение и транспортное освоение арктических морей, за экономическое развитие Севера. Особенно большие заслуги в этом деле принадлежат М. К. Сидорову и А. А. Сибирякову. По их инициативе экспедиция под командованием А. Э. Норденшельда осуществила в 1878—1879 гг. первое сквозное плавание по Северному морскому пути. Однако в связи с тем, что плавание продолжалось две зимовки, результаты перехода были оценены царскими властями как свидетельство о нецелесообразности использования Северного морского пути.

Значительный вклад в дело развития Северного морского пути внес адмирал С. О. Макаров. Он осуществил блестящее плавание для изучения Центральной Арктики на ледоколе «Ермак», построенном по его проекту. Само по себе сооружение «Ермака» открыло новую страницу в истории освоения Арктики — мир обрел первое судно, способное преодолевать полярные льды¹.

Самоотверженная инициатива, героические подвиги русских исследователей Арктики не встречали поддержки царского правительства и реакционных буржуазно-помещичьих кругов. Не обеспеченные надлежащим образом средствами, снаряжением, техникой, полярные экспедиции нередко оканчивались трагически. Так, безвестно погибла группа полярного исследователя Э. В. Толля, вышедшая в 1902 г. с о-ва



Ледокол «Ермак» в Арктике

Фото А. Лесса

Новая Сибирь с намерением добраться по льду до о-ва Беннета.

Неудача постигла первую русскую экспедицию к Северному полюсу, руководимую лейтенантом Г. Я. Седовым. Она была организована в 1912 г. на скудные частные средства. Полярники с самого начала испытывали недостаток в экспедиционном снаряжении и теплой одежде, мало было топлива, недоброкачественным оказалось продовольствие.

Экспедиция на «Св. Анне», руководимая Г. Л. Брусиловым, поставила своей целью пройти Северным морским путем в Тихий океан. Осенью 1912 г. «Св. Анна» была затерта льдами в Карском море и увлечена дрейфом в Северный Ледовитый океан, где бесследно исчезла. Трагически погиб В. А. Русанов — революционер и талантливый исследователь Новой Земли и Шпицбергена, страстный энтузиаст освоения Северного морского пути.

Неизвестность положения экспедиции Г. Я. Седова, Г. Л. Брусилова, В. А. Русанова взволновала общественность России. По инициативе Русского Географического общества были организованы поиски пропавших полярных экспедиций. Во время этих поисков впервые в Арктике был применен самолет — в 1914 г. летчик русского военно-морского флота лейтенант Нагурский на

¹ О совершенстве построенного судна свидетельствует то, что ледокол «Ермак» и в настоящее время успешно проводит транспортные суда по Северному морскому пути. В 1938 г. «Ермак» поставил рекорд арктического плавания в Северном Ледовитом океане — он достиг широты 83°06' на 138°24' восточной долготы.

легком самолете совершил с Новой Земли пять полетов над льдами Баренцова моря.

Накануне первой мировой войны русские моряки-полярники сделали одно из крупнейших географических открытий текущего столетия. Ледокольные транспорты «Таймыр» и «Вайгач» обследовали в 1910—1912 гг. участок Северного морского пути от Берингова пролива до устья Лены. В 1913—1914 гг. эти суда впервые прошли Северный морской путь с востока на запад, из Владивостока в Архангельск. В 1913 г. на пути к Таймырскому полуострову экспедиция встретила сплошные тяжелые льды. Поднимаясь в обход этих льдов на север, корабли открыли один из крупнейших арктических архипелагов, названный впоследствии Северной Землей.

Много сделано русскими моряками, учеными, промышленниками и простыми людьми в деле исследования Крайнего Севера. Однако все исследования Арктики, проводимые до Великой Октябрьской революции, не имели целеустремления и носили эпизодический характер.

Новую эру в изучении Арктики открыла Великая Октябрьская социалистическая революция. Полярные исследования стали государственным делом — они стали вестись планомерно и с каждым годом принимали все больший размах. Еще в 1918 г. декретом Совета Народных Комиссаров, подписанным великим Лениным, была организована гидрографическая экспедиция Северного Ледовитого океана. В 1920 г. начались ежегодные плавания грузовых судов из Архангельска и Мурманска в устье Оби и Енисея, получившие название Карских операций. С 1923 г. начались регулярные рейсы переходов из Владивостока на Колыму, с 1927 — в бухту Тикси и в устье Лены.

В 1920 г. была организована Научно-исследовательская промысловая экспедиция по изучению Арктики, преобразованная впоследствии в Арктический научно-исследовательский институт. Интересно вспомнить, что в первый состав Ученого совета Арктического института вошли, наряду с другими выдающимися учеными, президент Академии наук А. П. Карпинский и великий пролетарский писатель Максим Горький.

В 1921 г. В. И. Ленин подписал декрет о дальнейшем развитии научно-исследовательских работ на Севере — об организации

Пловучего Морского научного института с отделениями: биологическим, гидрологическим, метеорологическим и геолого-минералогическим.

С первых лет работы на Севере советские полярники прославили себя многими славными делами. В 1928 г. летчик Б. Г. Чухновский и экипаж ледокола «Красин» спасли участников воздушной экспедиции У. Нобиле. В 1930—1932 гг. большой научный подвиг совершили полярники во главе с Г. А. Ушаковым, за два года полностью обследовавшие все острова Северной Земли и нанесшие их на карту. В 1932 г. экспедиция под руководством директора Арктического института О. Ю. Шмидта на ледокольном пароходе «Сибиряков» (капитан В. И. Воронин) впервые прошла за одну навигацию всю трассу Северного морского пути. Это плавание было поворотным пунктом в научных исследованиях на Крайнем Севере.

На основе выполненных научно-исследовательских работ, практического опыта работ в Арктике, накопленного моряками, летчиками, гидрографами, Коммунистическая партия и Советское правительство признали необходимым сосредоточить все работы в Арктике в одних руках и всемерно развивать освоение Северных районов СССР. Для этой цели Постановлением СНК СССР от 17 декабря 1932 г. было организовано Главное управление Северного морского пути при Совете Народных Комиссаров Союза ССР, с основной задачей: «проложить окончательно Северный морской путь от Белого моря до Берингова пролива, оборудовать этот путь, держать его в исправном состоянии и обеспечить плавание по этому пути».

Главное управление Северного морского пути было создано как комплексное хозяйство, сосредоточивающее в своих руках все виды деятельности и все необходимое для освоения Арктики. Сюда вошли морские и речные транспортные средства, ледоколы, авиация, гидрография, полярные станции, геологоразведывательные экспедиции, Арктический научно-исследовательский институт, строительные организации, горно-рудная промышленность, лесозаготовки, торговля, народное образование, медицинское обслуживание и все другие отрасли деятельности нашего государства на Севере. Это был своеобразный экстерриториальный Северный Совнархоз. Начальником Главного управ-

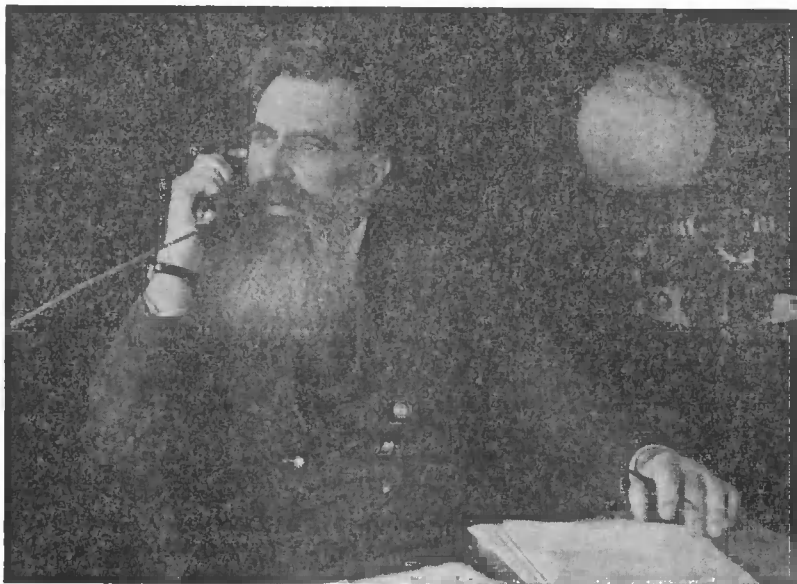
ления Северного морского пути был назначен О. Ю. Шмидт.

С этого времени планомерное транспортное освоение арктических морей получило особенно большое развитие. В Арктику пошли десятки транспортных и исследовательских судов. В 1933 г. новый сквозной рейс по арктическим морям совершил ледорез «Федор Литке», который впервые прошел Северный морской путь за одну навигацию с востока на запад.

13 февраля 1934 г. в Чукотском море, на пути из Мурманска во Владивосток, был раздавлен льдами и погиб пароход «Челюскин». Экипаж парохода высадился на дрейфующий лед и разбил лагерь.

Советское правительство немедленно приняло все меры для спасения челюскинцев. К месту гибели парохода были направлены ледоколы и авиация. Весь состав экспедиции вскоре был спасен нашими летчиками, продемонстрировавшими в те дни невиданную отвагу и мастерство. В связи с челюскинской эпопеей Советское правительство учредило высокое звание Героя Советского Союза. Первыми это звание получили летчики А. В. Ляпидевский, С. А. Леваневский, В. С. Молоков, Н. П. Каманин, М. Т. Слепнев, М. В. Водопьянов и И. В. Доронин.

Дрейф челюскинцев показал возможность проведения широких научных наблюдений на дрейфующих льдах. Именно во время этого дрейфа у начальника Главсевморпути, возглавлявшего экспедицию на «Челюскине», О. Ю. Шмидта и других ученых созрел план организации специальной научной станции на дрейфующих льдах в Центральном Полярном бассейне. В 1937 г. этот замысел был осуществлен. Воздушная высокоширотная экспедиция, руководимая акад. О. Ю. Шмидтом, высадила на льды у Северного полюса первую в мире дрейфующую научную станцию «Северный полюс». Эту работу выполняли самолеты, пилотируемые летчиками М. В. Водопьяновым, В. С. Молоковым,



О. Ю. Шмидт. 1937 г.

Фото Д. Дебазова

И. П. Мазуруком и А. Д. Алексеевым.

В течение девяти месяцев льдина с отважными исследователями И. Д. Папаниным, П. П. Ширшовым, Е. К. Федоровым и Э. Т. Кренкелем проделала путь по так называемому генеральному направлению дрейфа льдов Северного Ледовитого океана и была вынесена в Гренландское море. Исследователи собрали уникальные сведения о природе части Северного Ледовитого океана, примыкающей к Гренландскому морю.

Работы станции под руководством И. Д. Папанина, называемой теперь «Северный полюс-1», продолжала экспедиция на ледокольном пароходе «Георгий Седов», который осенью 1937 г. вместе с другими судами застрял в тяжелых льдах близ Новосибирских островов и был увлечен дрейфом на север. За 812 дней героического дрейфа седовцы собрали обстоятельный материал по гидрогеологии, метеорологии и другим сторонам природы Арктики.

Изучение Арктики в советский период неразрывно связано с освоением Северного морского пути. Сеть полярных станций, обеспечивающих комплексное круглогодичное наблюдение за основными природными процессами в Арктике, широкая авиационная разведка льдов, освоение полярных городов,



Корабли во льдах в районе мыса Биллингса. Июль 1954 г.
Фото автора

морских портов, промышленных центров, строительство мощных ледоколов, воспитание кадров полярников — все это способствовало превращению Северного морского пути в планомерно используемую транспортную магистраль. Однако для познания природы Северного Ледовитого океана в целом необходимо было развернуть работы в Центральной Арктике. Огромное пространство океана на восток от меридиана острова Новая Сибирь оставалось совершенно неисследованным.

В 1941 г. Арктический институт организовал воздушную экспедицию на четырехмоторном самолете «СССР-Н-169» в район, отстоящий более чем на 1000 км от ближайших к нему земель — острова Врангеля и побережья Аляски и называвшийся в то время «областью относительной недоступности». Пилотировал самолет известный полярный летчик И. И. Черевичный, штурманом самолета был В. И. Аккуратов; на самолете находились научные работники М. Е. Острекин, Н. Т. Черниговский и Я. С. Либин.

Экспедиция успешно испытала новый метод изучения Центральной Арктики — с помощью самолета, садящегося на лед в заранее намеченных пунктах, в которых исследователи в продолжение нескольких дней осуществляли целый комплекс научных наблюдений: измерялись глубины океана, брались пробы воды с разных горизонтов, изучались течения, интенсивность солнечной радиации, делались метеорологические и магнитные наблюдения, велись астрономические определения координат. Этот метод, получив-

ший образное название метода «летающей лаборатории», позволяет проникнуть в самые отдаленные, считавшиеся ранее не доступными районы Центральной Арктики.

В годы Великой Отечественной войны полярные летчики, обслуживая навигацию по Северному морскому пути, продолжали вести ледовые разведки в высоких широтах и выполняли наблюдения за льдами и погодой Центральной Арктики.

В 1945 г. летчик М. А.

Титлов совершил полет к Северному полюсу для подробного ознакомления с состоянием льдов в Полярном бассейне. Ученые, находившиеся на борту самолета, собрали богатейший обзорный материал о большом пространстве ледяного покрова. Полет Титлова показал возможность проведения ледовых разведок на большой площади за короткий срок, что крайне важно для прогнозов состояния льдов на трассе Северного морского пути.

В марте 1946 г. во время высокоширотной ледовой разведки летчик И. С. Котов обнаружил северо-восточнее острова Врангеля среди дрейфующих льдов крупный «остров» площадью примерно в 400—500 км², с холмистым рельефом, напоминающим по характеру зимнюю тундру. В следующем году летчик Л. Г. Крузе обнаружил «землю», открытую И. С. Котовым, в 200 милях к западу. Так выяснилось, что в Северном Ледовитом океане плавают огромные ледяные острова. Летом 1947 г. ученым удалось осмотреть обломок такого острова и установить его ледниковое происхождение. В последующие годы наблюдения за дрейфующими ледяными островами позволили выявить важные особенности дрейфа льдов в Центральном полярном бассейне, особенно в его совершенно не изученной восточной части.

С момента создания Главсевморпути ежегодные экспедиции Арктического института патрулируют кромку льдов и ведут гидрологическую съемку в Баренцовом и Карском морях, в морях Чукотском, Восточно-Сибирском и Лаптевых. Кроме того, выпол-

няются наблюдения за морскими течениями, температурой, соленостью, плотностью морской воды и другими гидрометеорологическими элементами. За последние 20 лет Арктический институт осуществил 52 таких экспедиции.

Главное управление Северного морского пути на протяжении многих лет ведало промышленным и хозяйственным освоением районов Крайнего Севера. Начиная с тридцатых годов было проведено геологическое обследование арктических районов, с целью выявления местных источников топлива, руд, строительных материалов. В результате самоотверженного труда геологов-полярников были разведаны угли Печорского бассейна, никелевые месторождения, на базе которых создан Норильский полиметаллический комбинат. В пределах Сибирской платформы ученые обнаружили ультраосновные и щелочные породы, свидетельствовавшие о наличии в этом районе месторождений алмазов. Одновременно были выявлены большие каменноугольные месторождения. Наши геологи, кроме того, открыли месторождения олова, золота, вольфрама и других ценнейших полезных ископаемых. На Крайнем Севере созданы угольные рудники, обеспечивающие морской и речной транспорт топливом.

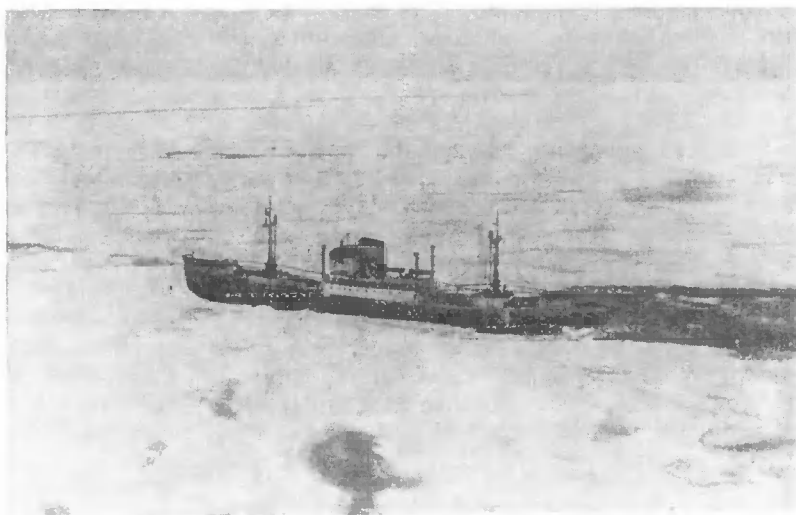
Развитие науки о природе Арктики, острая нужда флота, организаций и ведомств в заблаговременной информации о ледовых условиях на трассе — все это настоятельно потребовало создания методики долгосрочных прогнозов погоды для Арктики. Работы в этом направлении начались в 1945 г., когда в институте был создан уникальный архив синоптических карт Северного полушария за предыдущие 50 лет. Ученые выявили три главнейших типа атмосферной циркуляции и на этой базе разработали основы макроциркуляционного метода долгосрочных прогнозов погоды. В настоящее

время составляются прогнозы распределения давления, аномалий температуры: преобладающих ветров на каждый месяц, заблаговременно за 4—5 месяцев, а также прогнозы погоды на 6—10 дней вперед.

В последние годы расширяется район, для которого даются прогнозы, увеличиваются сроки их заблаговременности, углубляется изучение атмосферной циркуляции и связи ее с погодами.

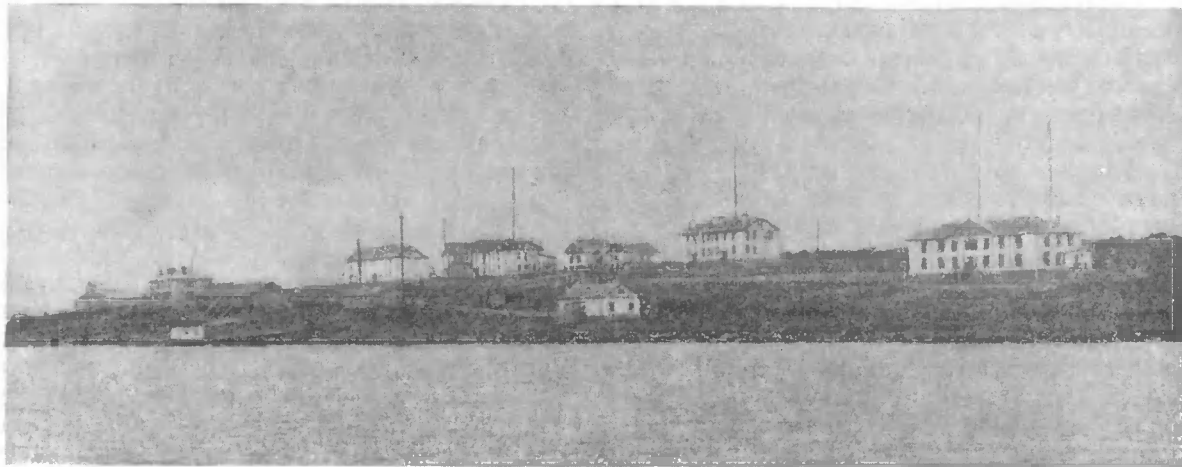
Предсказание ледовых и синоптических условий на трассе Северного морского пути — один из самых молодых разделов в современной науке: со времени их возникновения прошло менее двух десятков лет. Важное значение для решения этой проблемы имеет изучение общей циркуляции атмосферы не только северного полушария, но и всего земного шара в целом. Большая роль принадлежит многообразным природным процессам, происходящим в Северном Ледовитом и смежных с ним океанах, закономерности взаимодействия которых изучены еще очень слабо.

Океанографические исследования в Северном Ледовитом океане, которым за последние 25 лет Арктический институт уделял наибольшее внимание, значительно расширили наши представления о ледовом и гидрологическом режиме арктических морей. Эти исследования базируются в основном на



«Лена» в море Лаптевых. Август 1956 г.

Фото А. Лесса



Полярная станция на острове Диксон. 1956 г.

Фото А. Лесса

материалах семи дрейфующих научных станций, изучающих Центральный Полярный бассейн, и сезонных океанографических воздушных и морских экспедиций. В послевоенные годы в Центральной Арктике ежегодно проводятся воздушные высокоширотные экспедиции и высаживаются по две дрейфующие станции. В совокупности с экспедиционными работами в арктических морях они позволили обстоятельно изучить водные массы Северного Ледовитого океана, уточнить картину распространения атлантических вод, проанализировать основные источники поступления вод и тепла в Центральную Арктику. Составлены карты течений и схемы дрейфа льдов в центральной части Северного Ледовитого океана, определена роль ветра и течений в дрейфе льдов. Все эти вопросы, не говоря о их значении для общего развития географической науки, играют большую роль в разработке и совершенствовании ледовых прогнозов. Советские полярники разработали новые методы организации работ и проведения научных наблюдений в специфических условиях Арктики. Широко используется авиация, автономные автоматические устройства. Усовершенствованы многие приборы, экспедиционное оборудование и снаряжение.

Большое внимание уделялось аэрометеорологическому изучению Арктики. Кроме общих климатических описаний, созданы подробные характеристики отдельных райо-

нов. Учеными исследованы условия колебаний климата, с которыми связаны периоды потепления в Арктике, а также периоды устойчивого снижения температуры и обусловленные этим повышения ледовитости. На основе анализа актинометрических наблюдений разработан радиационный метод разрушения льда: поверхность льдов окрашивается в целях использования солнечной энергии для ускорения их таяния.

Значительное место в изучении Арктики занимают исследования магнитных возмущений, ионосферы, гидрологического режима устьевых участков арктических рек, физико-механических свойств льдов, экономики и физической географии Крайнего Севера, истории изучения и освоения Северного морского пути.

Советские ученые-полярники за последние 25 лет осуществили около 400 различных научных экспедиций. Многие из них получили мировую известность. В результате самоотверженного труда ученых, моряков, летчиков, гидрографов на карте Советской Арктики появились сотни новых географических названий. Среди крупных географических открытий можно назвать многие острова в арктических морях и подводный хребет имени Ломоносова.

На основе материалов, собранных экспедициями и полярными станциями, Арктическим институтом и Главсевморпути, опубликовано несколько сот книг, в том числе

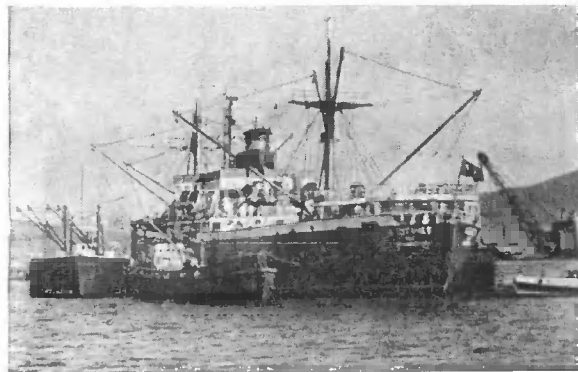
труды института и отдельных экспедиций, инструкций и справочники, бюллетени Арктического института и десятки номеров журнала «Проблемы Арктики».

При постоянном внимании Партии и Правительства к освоению Арктики наша страна как по размаху экспедиционных работ, так и по развитию арктической науки опередила государства Европы и Америки.

Полярники ведут большую практическую деятельность по освоению Северного морского пути. Чтобы обеспечить безопасность плавания, полярники-гидрографы выполнили сотни тысяч километров морского и прибрежного промера, покрыли огромную площадь топографической съемкой. Северный морской путь оборудован радио- и световыми маяками и огнями, изданы первоклассные лоции и морские карты для руководства при плавании в арктических морях. В наставлении для плавания по Северному морскому пути обобщен накопленный десятилетиями опыт моряков, гидрографов, ученых. Создана сеть (более сотни) полярных станций на побережье и островах Северного Ледовитого океана. Теперь уже нет такого района в Советской Арктике, где бы не ступала нога советского ученого. С 1935 г. начата перевозка грузов на коммерческих судах по Северному морскому пути, который ныне превратился в планомерно используемую транспортную магистраль.

По сравнению с периодом 1933—1937 гг. объем среднегодовых арктических морских перевозок в период 1951—1955 гг. увеличился в 9,85 раза, а грузооборот арктических портов — в 16 раз. Вывоз сибирского леса из бассейна Енисея увеличился за этот период в два с лишним раза. На трассе Северного морского пути построено несколько морских арктических портов — Диксон, Игарка, Дудинка, Тикси, Певек, Провидения, которые успешно выполняют переработку грузов, обеспечивают морской флот бункерным топливом, пресной водой, а также соответствующим снабжением. В арктических портах может быть выполнен ремонт судов, потерпевших аварию на Северном морском пути.

Больших успехов добилась Полярная авиация. На побережье Ледовитого океана создана и оборудована воздушная трасса. Полярные летчики успешно обслуживают научно-исследовательские работы в Арктике,



В полярном порту Северного морского пути

Фото автора

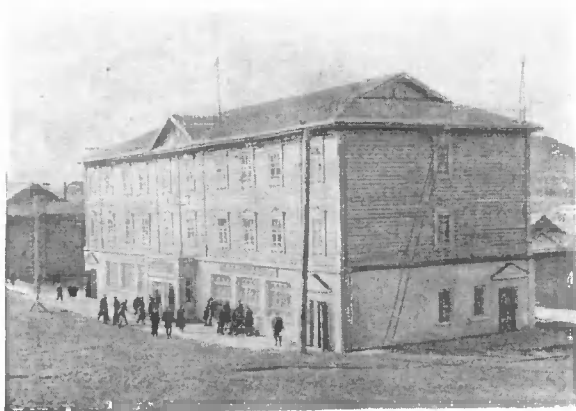
на дрейфующих льдах и на островах, успешно осуществляют ледовую авиационную разведку и оказывают большую помощь по проводке судов во льдах. Самолеты доставляют грузы, почту и пассажиров. Средний годовой объем перевозок грузов и почты увеличился за 20 лет в 9,2 раза, пассажирские перевозки возросли в 20 раз, налет часов для авиационной ледовой разведки — в 16 раз.

В годы Великой Отечественной войны Северный морской путь обеспечивал снабжение районов Крайнего Севера и золотопромышленных районов Сибири. В этот период по Северному морскому пути было вывезено из Арктики несколько сот тысяч тонн соли, угля, леса и других грузов.

Вследствие особенностей размещения судостроительной промышленности Северный морской путь играет большую роль в распределении новых судов по морским бассейнам нашей страны.

За 25 лет существования Главного управления Северного морского пути проделана большая работа. Партия и Правительство неоднократно отмечали проявленный героизм полярных моряков, летчиков, ученых в борьбе за исследование и покорение суровой арктической природы. За успешное освоение Арктики Правительство удостоило многих полярников высокого звания Героя Советского Союза и Героя Социалистического Труда, наградило орденами Советского Союза.

Но нельзя успокаиваться на достигнутом. Уже сейчас состояние оборудования и оснащения Северного морского пути не



Здание универмага в Тикси, 1956 г.

Фото автора

отвечает возросшим требованиям развития народного хозяйства. XX съезд КПСС потребовал от полярников — советских моряков, гидрографов, летчиков, ученых — обеспечить дальнейшее развитие Северного морского пути, как магистральной, связывающей Запад и Дальний Восток нашей страны.

Выполнение решений Партии требует значительного улучшения оборудования трассы, повышения гидрографической изученности и навигационных ограждений, введения в строй более мощных ледоколов и специализированного транспортного флота, значительного улучшения работы и развития арктических морских портов. Надлежит повысить качество прогнозов ледовитости арктических морей и судоходной трассы Северного морского пути. Необходимо в короткий срок разработать метод расчета пропускной способности Северного морского пути с учетом всего комплекса технических средств и естественных условий, в которых осуществляются арктические морские операции.

В первую очередь стоит задача увеличить транзитные перевозки по Северному морскому пути из европейских портов СССР в порты Дальнего Востока, развить перевозки из бассейнов Оби, Енисея и Лены. Необходимо значительно повысить производительность работы арктического флота и снизить себестоимость перевозок.

Развивающиеся транспортно-экономические связи между странами народной демократии Европы и Азии могут создать предпосылки для широкого использования Северного морского пути. Советские моряки должны решить не только задачу строительства специализированного ледокольно-транспортного флота для перевозок советских грузов — требуется построить мощные ледоколы, которые обеспечат проводку судов по трассе Северного морского пути.

Советские полярники в ближайшее время получат мощный ледокол на атомном топливе, а также другие современные ледоколы, которые будут способны преодолевать самые мощные льды, значительно удлинит арктическую навигацию и будут проводить суда по трассе Северного морского пути в большем количестве.

Работники Главсевморпути, Министерства морского флота и все полярники должны обеспечить надежную связь Европейской части СССР с Дальним Востоком и все возрастающие перевозки развивающейся промышленности районов Крайнего Севера.

Правильное решение проблем дальнейшего развития Северного морского пути, создание необходимых технических средств даст возможность увеличить сроки навигации на Северном морском пути и превратить его в рентабельную, нормально действующую магистраль. Ледоколы и транспортные суда, работающие на трассе Северного морского пути, после окончания арктических операций могут быть использованы для значительного увеличения периода вывозки игарского леса на запад, через юго-западную часть Карского моря и из Белого моря для круглогодичной работы таких замерзающих портов, как Ленинград, бухта Нагаева, Соггавань и др., а также для значительного увеличения срока навигации в таких портах, как Архангельск. Осуществление этих мер даст большую экономию по капиталовложениям в морской флот, в модернизацию и развитие наших портов.

Советские полярники и моряки приложат все силы, чтобы выполнить исторические решения XX съезда КПСС о дальнейшем развитии Северного морского пути.



О ЗАКОНОМЕРНОСТЯХ ДВИЖЕНИЯ СПУТНИКА ЗЕМЛИ

*Профессор Ю. А. Победоносцев
Московский авиационный институт им. Серго Орджоникидзе*



В связи с появлением в окружающей нас природе искусственных небесных тел, созданных руками советских людей, естественно, у многих возникает вопрос: как же они запускаются и почему летают?

Не претендуя здесь на высокую степень точности изложения всех действующих на спутник сил с учетом несферичности Земли и сопротивления ее атмосферы, попытаемся дать лишь самое общее представление об основных соотношениях и законах, которым подчиняется разгон спутника ступенчатой ракетой и движение его вокруг земного шара.

Отвлекаясь в первом приближении от влияния на полет спутника Луны, других планет и Солнца, можно себе представить следующую картину движения спутника в сферическом поле тяготения Земли.

Для того чтобы искусственный спутник вращался вокруг земного шара по круговой орбите и не падал на его поверхность, необходимо на основании начала Даламбера, чтобы вес спутника на заданной высоте орбиты был равен инерционной центробежной силе. Пренебрегая притяжением Солнца и планет, сопротивлением атмосферы и нецентральностью потенциала земного тяготения, математически это условие может быть выражено так:

$$mg = \frac{mV_{\text{кр}}^2}{r},$$

где m — масса спутника; $V_{\text{кр}}$ — его окружная скорость, направленная по касательной к орбите; r_0 — радиус земного шара; r — радиус орбиты спутника; g и g_0 — ускорение силы тяжести соответственно на высоте $h = r - r_0$ и у поверхности Земли.

Из этого равенства нетрудно определить скорость $V_{\text{кр}}$, которой должен обладать спутник, для того чтобы вращаться вокруг Земли на высоте h :

$$V_{\text{кр}} = \sqrt{gr}. \quad (1)$$

Подставляя в это выражение величину

$$g = g_0 (r_0 : r)^2,$$

так как ускорение силы земного тяготения по мере удаления от ее поверхности убывает обратно пропорционально квадрату расстояния от центра Земли, получим окончательно:

$$V_{\text{кр}} = (V_{\text{кр}})_0 \sqrt{\frac{r_0}{r}}. \quad (2)$$

В общем случае, при движении спутника вокруг Земли по эллиптической траектории скорость его в любой точке этой траектории будет определяться равенством:

$$V_{\text{эл}} = V_{\text{кр}} \sqrt{2 - \frac{r}{a}},$$

где a является большой полуосью эллипса.

Следовательно, чем выше над поверхностью Земли будет располагаться траектория спутника, тем меньшую окружную скорость $V_{кр}$ ему надо будет иметь. Наибольшее значение окружной скорости получим у поверхности Земли, когда $r = r_0$. Подставляя численные значения: $g_0 = 9,81 \text{ м/сек}^2$ и $r_0 = = 6,378 \cdot 10^6 \text{ м}$, получим: $(V_{кр})_0 = 7912 \text{ м/сек}$.

Если бы у поверхности Земли при этом отсутствовала атмосфера, то, сообщив некоторому телу горизонтальную скорость 7912 м/сек , можно было бы получить искусственный спутник Земли, вращающийся по круговой орбите у самой ее поверхности. Эту скорость иногда называют «первой космической скоростью». Но в реальных условиях плотные слои атмосферы у поверхности Земли, разумеется, немедленно затормозят движение такого спутника, и он, потеряв скорость, неизбежно упадет на поверхность Земли.

По мере подъема на высоту плотность земной атмосферы довольно быстро убывает¹. Так, на высоте 50 км плотность ее составляет всего лишь одну тысячную долю значения плотности у поверхности моря, а на высоте 100 км — менее одной миллионной.

Однако, как показывают соответствующие расчеты, даже одной миллионной доли ее значения у земной поверхности достаточно бывает для того, чтобы заметно тормозить свободный полет спутника Земли на высотах порядка 100 км .

Если представить себе спутник, имеющий форму шара, с нагрузкой на площадь миделя² равной 200 кг/м^2 , то на высоте 200 км он сумеет продержаться всего лишь около двух с половиной суток. После этого скорость спутника станет значительно меньше, чем требуется для движения по круговой орбите, и спутник начнет снижаться в более плотные слои атмосферы и, быстро потеряв скорость, упадет на Землю. Поэтому можно предполагать, что создание искусственных спутников Земли целесообразно лишь на высотах более чем 200 км . На высотах же порядка 100 км придется, очевидно, осуществлять спутники с очень небольшой дополнительной маршевой тягой, уравни-

вешивающей сопротивление среды. Такие спутники с небольшой тягой предложено называть «сателлоидами».

Для того чтобы запустить искусственный спутник Земли, необходимо не только сообщать ему окружную скорость $V_{кр}$, определяемой равенством (2), но и затратить некоторую работу на подъем его с поверхности Земли до заданной высоты h .

Эту работу на подъем T_h можно определить как разность потенциальной энергии тела при нахождении его у поверхности Земли и потенциальной энергии этого тела на высоте h .

Мерой потенциальной энергии в этом случае (в поле гравитационных сил) будет произведение веса mg тела на данном уровне, на его удаление r от центра Земли.

Тогда на поверхности Земли потенциальная энергия тела, обладающего массой m , будет равна $mg_0 r_0$, а на высоте $h = r - r_0$ определится равенством:

$$mgr = mg_0 \cdot \frac{r_0^2}{r}$$

Разность этих двух значений потенциальной энергии будет равна:

$$T_h = mg_0 r_0 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right).$$

Следовательно, полученную работу T_h надо будет затратить на то, чтобы поднять спутник, обладающий массой m , с поверхности Земли на высоту h .

Выражая работу T_h через некоторую скорость V_h , определяемую равенством

$$T_h = \frac{mV_h^2}{2},$$

$$\text{получим } V_h^2 = 2g_0 r_0 \left(1 - \frac{r_0}{r}\right).$$

Таким образом, полная затрата энергии T_x на то, чтобы поднять спутник, обладающий массой m , с поверхности Земли на высоту h и сообщить ему там скорость $V_{кр}$, будет равна сумме:

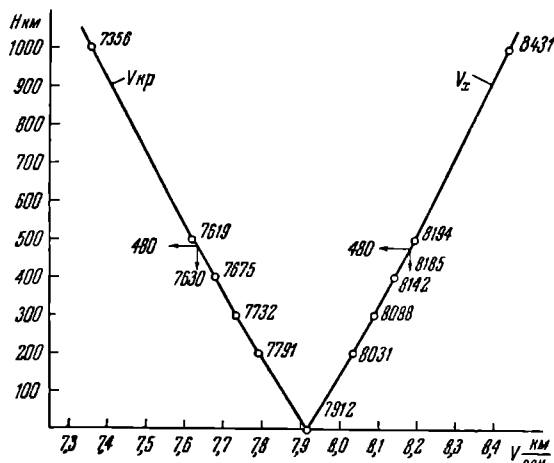
$$T_x = \frac{mV_h^2}{2} + \frac{mV_{кр}^2}{2}.$$

Если эту суммарную работу T_x выразить также через некоторую, характеристическую скорость V_x , определяемую аналогично скоростям: $V_{кр}$ и V_h выражением:

$$T_x = \frac{mV_x^2}{2},$$

¹ См. «Природа», 1957, № 9, стр. 3—12.

² Миделем называется наибольшее поперечное сечение осесимметричного тела.

Таблица 1¹Рис. 1. Промежуточные значения $V_{кр}$ и V_x для различных высот

Высота h км	Круговая скорость $V_{кр}$ м/сек	Характеристическая скорость V_x м/сек	Сидерический период обращения ²
0	7912	7912	1 час. 24 мин. 25 сек.
200	7791	8031	1 » 28 » 25 »
300	7732	8088	1 » 30 » 27 »
400	7675	8142	1 » 32 » 29 »
500	7619	8194	1 » 34 » 32 »
1000	7356	8431	1 » 45 » 2 »
2000	6903	8806	2 » 7 » 9 »
4000	6203	9312	2 » 55 » 17 »
6000	5679	9640	3 » 48 » 18 »
∞	0	11 190	0 » 0 » 0 »

¹ См. А. А. Штернфельд. Искусственные спутники Земли, Гостехиздат, 1956.

² Сидерическим периодом обращения называется время, по истечении которого небесное тело, сделав один полный оборот, возвращается в прежнее положение относительно звезд.

то, после элементарных расчетов и подстановки численного значения постоянных величин g_0 и r_0 , мы окончательно получим для характеристической скорости спутника формулу:

$$V_x = 11190 \sqrt{1 - \frac{r_0}{2r}}.$$

При $r = r_0$ скорость V_x становится равной $(V_{кр})_0$ у поверхности Земли, т. е. 7912 м/сек — первой космической скорости, так как при этом условии никакой работы на подъем спутника не расходуется. При $r \rightarrow \infty$ скорость V_x стремится к 11 190 м/сек.

Тело, получившее такую скорость в поле земного тяготения, способно будет удалиться от Земли на бесконечно большое расстояние. Эту скорость именуют иногда «второй космической скоростью».

В действительности, если учесть также силу тяготения Солнца и окружную скорость Земли вокруг Солнца, равную 29,77 км/сек, то для удаления тела в бесконечность из пределов солнечной системы потребуется несколько бо́льшая скорость, а именно, в данном случае, около 16,7 км/сек.

Промежуточные значения $V_{кр}$ и V_x для различных высот h представлены в таблице 1 и показаны на рис. 1.

В этой же таблице 1 даны периоды обращения спутника вокруг Земли в зависимости от высоты его орбиты. Чем выше летает спутник над земной поверхностью, тем больше его период обращения. На рис. 2 графически показана эта зависимость.

Характеристическая скорость V_x показывает, как велика должна быть минимальная суммарная работа, необходимая для того, чтобы поднять спутник на заданную высоту орбиты и сообщить ему там потребную для кругового вращения скорость.

Так, например, чтобы получить спутник, вращающийся вокруг Земли на высоте 200 км, ему необходимо сообщить как минимум работу, определяемую характеристической скоростью $V_x = 8031$ м/сек. В реальных условиях разгона спутника с помощью ракеты требуются еще некоторые дополнительные затраты энергии: на преодоление силы сопротивления воздуха в плотных слоях атмосферы; на преодоление силы земного тяготения в период разгона спутника ракетой и, наконец, на последовательное изменение направления скорости полета спутника.

Эти дополнительные работы могут быть оценены некоторыми добавками к характеристической скорости V_x , которые в сильной степени

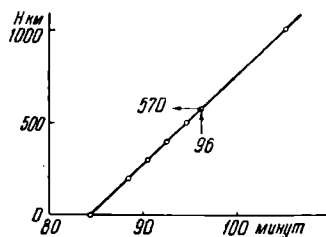


Рис. 2. Зависимость периода обращения спутника вокруг Земли от высоты его орбиты

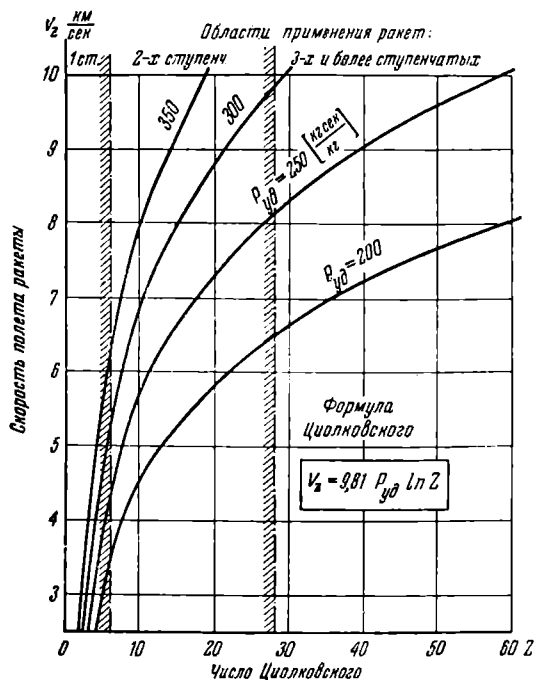


Рис. 3. График зависимости между $P_{уд}$, величиной Z и скоростью V_z

зависят от выбранной для спутника программы набора скорости и от формы траектории его подъема на заданную высоту.

Численные расчеты показывают, что для реальных соотношений веса, ускоряющей силы и габаритов спутника сумма этих дополнительных скоростей может быть доведена до 10–15% от значения величины характеристической скорости V_x .

Таким образом, учитывая реальные условия подъема и разгона спутника, эта скорость V_x должна быть увеличена на 10–15% по сравнению с ее теоретическим значением. Если скорость V_x была определена порядка 8 км/сек, то в реальных условиях она должна быть увеличена примерно до 9 км/сек.

Исходя из этой последней величины скорости, могут уже определяться энергетические ресурсы, необходимые для запуска искусственного спутника Земли.

Наиболее реальным на сегодня аппаратом, способным обеспечить получение скоростей полета порядка 8–9 км/сек, является ракета. Скорость полета ракеты в условиях отсутствия сил тяготения и сопротивления

среды определяется известной формулой Циолковского¹:

$$V_z = u \ln Z,$$

где V_z обозначает скорость полета ракеты, определяемую формулой Циолковского: u — скорость отброса частиц топлива из ракеты или, как ее было предложено называть, «эффективная скорость» истечения, а величина Z , стоящая под знаком натурального логарифма, есть отношение начальной массы ракеты к ее конечному значению, именуемое обычно «числом Циолковского».

Скорость u отброса топлива из ракеты определяется обычно опытным путем.

Измеряя на испытательном огневом стенде одновременно тягу P ракетного двигателя и потребляемое им количество $\dot{\omega}$ топлива, расходуемого из ракеты каждую секунду, находят их соотношение или так называемую удельную тягу:

$$P_{уд} = \frac{P}{\dot{\omega}} \left[\frac{\text{кг}}{\text{кг/сек}} \right].$$

Это первостепенной важности соотношение показывает, сколько килограммов тяги на протяжении одной секунды может дать ракетный двигатель на каждый килограмм расходуемого им топлива.

Умножив $P_{уд}$ на ускорение силы тяготения $g_0 = 9,81 \text{ см/сек}^2$, получим скорость u (м/сек) отброса топлива из ракеты, которую необходимо подставить в формулу Циолковского. На рис. 3 приведен график, показывающий связь между $P_{уд}$, величиной Z и скоростью V_z .

Современные ракетные двигатели обеспечивают $P_{уд}$ порядка 250 $\left[\frac{\text{кг}}{\text{кг/сек}} \right]$. Поэтому для получения скорости $V_z = 9 \text{ км/сек}$ необходимо у ракеты обеспечить число Циолковского $Z \approx 40$.

Для одноступенчатой ракеты это означает, что начальный вес ее с топливом должен быть в 40 раз больше веса пустой ракеты, после того как из нее израсходуется все топливо. Конструктивно пока это еще не удастся осуществить. В лучшем случае удастся сделать предельно облегченную конструкцию одноступенчатой ракеты с отношением $Z \approx 6$. При этом вес полезного груза ракеты получается обычно порядка 2% от ее начального (стартового) веса.

¹ Подробнее см. «Природа», 1957, № 10, стр. 73–78.

Таким образом, стремясь получить большие скорости полета ракет, приходится, как это и предсказывал К. Э. Циолковский, неизбежно переходить к конструкциям ступенчатых (составных) ракет.

На рис. 3 вертикальные линии с односторонней штриховкой указывают реальные в настоящее время границы областей применения ракет с различным числом ступеней.

Существует много методов расчета ступенчатых ракет, однако большинство из них страдает сложностью, отсутствием наглядности, запутанностью терминологии и определений. Недавно в журналах Британского межпланетного общества была опубликована методика расчета ступенчатых ракет, предложенная голландским инженером Вертрегтом¹, которую следует признать наиболее удачной. Он предложил построить методику расчета составной ступенчатой ракеты всего лишь на определении четырех весов такой ракеты и трех соотношениях между ними, которые оказываются достаточными для выполнения большинства основных расчетов различных типов ступенчатых ракет.

На рис. 4 представлена схема ступенчатой ракеты и показаны обозначения принципиальных составных частей ее.

По этой схеме ракета состоит из полезного груза, ступени и субракеты.

Полезный груз ракеты может состоять из инструментов или людей, включая сюда также несущую конструкцию и оболочку, поддерживающую и предохраняющую их в полете.

Ступень ракеты состоит из топлива, расходуемого ракетой в период действия данной ступени, до ее отделения, емкостей (баков), содержащих это топливо, двигателей, арматуры и приборов управления, если таковые имеются в отделяющейся ступени, а также

из оболочки и ее несущей силовой конструкции.

Субракетой называется такое сочетание полезного груза и ступеней ракеты, в котором одна из ступеней является рабочей (действующей), а все остальные ступени, продолжающие полет вместе с полезным грузом составной ракеты, являются как бы «полезным грузом» для данной субракеты.

Целесообразно нумеровать ступени и субракеты в восходящем порядке, начиная от основания схемы, изображенной на рисунке, к ее вершине.

Тогда для первой субракеты рабочей ступенью будет ступень 1, а «полезным грузом» ее — субракета 2, для субракеты 2 рабочей ступенью будет ступень 2, а «полезным грузом» ее — субракета 3. Для субракеты 3 рабочей ступенью будет ступень 3, а «полезным грузом» — субракета 4 и так далее.

Для n -ой субракеты рабочей ступенью будет n -ая ступень, а полезным грузом вес полезного груза всей ракеты.

Это разграничение определений и обозначений отдельных основных частей составной ракеты очень просто, легко запоминается и позволяет избежать целого ряда ошибок, которые всегда возможны при отсутствии подобной четкой систематизации.

Четыре основных веса ступенчатой ракеты, подлежащие определению, будут следующие:

q — вес полезного груза ступенчатой ракеты.

Под этот вес проектируется и строится вся ракета. Поэтому он является наиболее важным весом в расчетах. Как уже указывалось выше, полезный груз состоит из инструментов или живых существ, помещаемых в ракету, силовой конструкции, несущей его, и оболочки, предохраняющей в полете; ω — вес топлива, расходуемого из ступени.

В этот вес, обычно

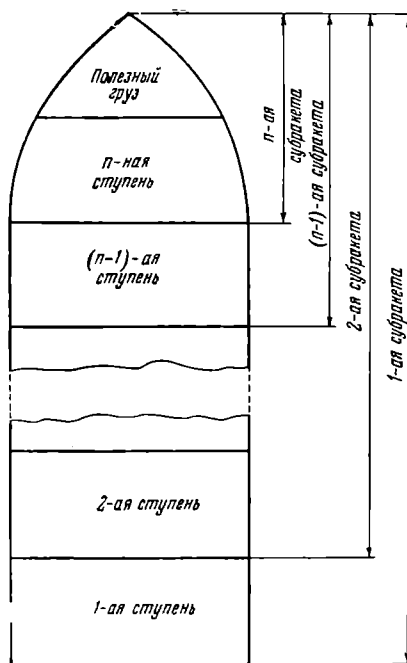


Рис. 4. Схема ступенчатой ракеты

¹ См. «Вопросы ракетной техники», 1956, № 1, стр. 3—7.

состоящий в основном из веса горючего и окислителя, должны быть обязательно добавлены веса вспомогательных компонентов, как, например: перекиси водорода, используемой для работы турбонасосного агрегата, катализатора, сжатого газа — азота, гелия и ряда других химикалий, расходуемых из данной ступени во время ее работы в полете.

Ω — «сухой вес» ступени, т. е. суммарный вес порожних баков, двигателей, турбонасосных агрегатов, клапанов и трубопроводов, несущей конструкции, оболочки, механизмов управления и т. п., т. е. вес всего того, что имеется в данной ступени и вместе с нею отделяется от остальных частей ракеты в полете.

G — полный начальный вес субракеты. Тогда, в соответствии с обусловленной выше индексацией отдельных составных частей ракеты, G_1 , например, будет обозначать полный начальный вес всей ракеты, имеющей n ступеней.

ω_2 — будет суммарный вес топлива, расходуемого из второй ступени, Ω_3 — «сухой вес» третьей ступени и т. д.

Кроме этих данных четырех определений весов наиболее существенных частей ступенчатой ракеты, должны быть определены также три следующих соотношения их.

Во-первых, p — «относительный» вес субракеты, т. е. отношение полного начального веса субракеты к весу ее «полезного груза». Таким образом:

$$P_i = \frac{G_i}{G_{i+1}}$$

Тогда P — полный «относительный» вес многоступенчатой ракеты, т. е. отношение начального веса G_1 n -ступенчатой ракеты к весу q ее полезного груза будет: $P = \prod_{i=1}^n p_i$,

где знак $\prod_{i=1}^n$ обозначает произведение стоящих за этим знаком величин p_i для всех значений i от 1 до n .

Величина P является одним из наиболее важных соотношений многоступенчатой ракеты.

Во-вторых, S — очень яркая и важная «конструктивная характеристика ступени», т. е. величина, характеризующая собой отношение полного начального веса данной ступени с топливом к весу ее после израсхо-

дования из нее всего топлива, или, иначе говоря, она показывает степень совершенства конструктивного выполнения данной ступени в ракетном смысле этого слова.

В-третьих, определенное уже ранее z , «отношение масс» ракеты, именуемое числом Циолковского.

Скорость Циолковского для многоступенчатой ракеты может быть получена как сумма аналогичных скоростей для каждой субракеты.

Тогда такая суммарная скорость по Циолковскому для n -ступенчатой ракеты будет определяться выражением:

$$V_z = \sum_{i=1}^n u_i \ln z_i.$$

Если для всех ступеней скорости $u_1; u_2 \dots u_n$ отброса топлива из ракеты будут одинаковы и равны u , то тогда $V_z = u \ln Z$, где

$$Z = \prod_{i=1}^n z_i,$$

что справедливо, разумеется, только при условии, если скорости u_i для всех n ступеней ракеты будут одинаковы.

Относительный вес всей n -ступенчатой ракеты будет:

$$P = Z \prod_{i=1}^n \frac{S_i - 1}{S_i - z_i}.$$

Полный вес ее перед стартом:

$$G_1 = qP.$$

Вес топлива в первой ступени ракеты:

$$\omega_1 = G_1 \frac{z_1 - 1}{z_1}$$

и сухой вес конструкции 1-ой ступени:

$$\Omega_1 = \omega_1 \frac{1}{S_1 - 1}.$$

Если конструктивная характеристика S и «отношение масс» z_i одинаковы для всех ступеней и субракет, то могут быть написаны еще более простые уравнения:

$$P = p^n$$

и

$$Z = z^n$$

или

$$P = Z \left(\frac{S - 1}{S - z^n} \right)^n,$$

$$Z = P \left(\frac{S}{P^n + S - 1} \right)^n.$$

С помощью этих выражений легко могут быть получены также другие соотношения.

Поясним использование приведенных выше формул на конкретном примере.

Пусть необходимо определить основные характеристики четырехступенчатой ракеты, предназначенной для сообщения искусственному спутнику Земли, весом $q = 300$ кг, скорости $V_z = 9000$ м/сек.

Такая скорость, как это было указано ранее, в состоянии обеспечить спутнику потребную характеристическую скорость $V_x = 8050$ м/сек, необходимую для полета его по круговой орбите на высоте несколько более 200 м над уровнем моря, и, кроме того, компенсировать дополнительные потери скорости на преодоление силы сопротивления воздуха и гравитационных потерь.

Для большей простоты расчета примем для всех ступеней этой ракеты одинаковые значения $u = 2400$ м/сек и $S = 4,7^1$.

Для скорости $V_z = 9000$ м/сек при $u = 2400$ м/сек полное отношение масс (число Циолковского) должно быть равно

$$Z = 42,5.$$

Тогда, согласно приведенному выше равенству, полный относительный вес всей четырехступенчатой ракеты будет равен:

$$P = 372.$$

Следовательно, полный начальный вес такой четырехступенчатой ракеты в соответствии с данным ранее определением составит:

$$G_1 = qP = 111,6 \text{ т},$$

что является вполне приемлемым и реальным, т. к. наибольший двигатель 1-й ступени

¹ Такие характеристики, согласно опубликованным данным, имеют некоторые типы зарубежных ракет, например одна из исследовательских американских ракет «Викинг».

пени ракеты должен будет иметь тягу около 220 т, а стенды для испытания таких двигателей уже построены и функционируют в США.

«Сухой вес» Ω_4 последней ступени, которая вместе с полезным грузом q ракеты приобретает конечную максимальную скорость и будет летать с ним вместе по орбите спутника, определится из равенства:

$$\Omega_4 = q \frac{P^{\frac{1}{4}} - 1}{S} = 216 \text{ кг}.$$

Эти пустые баки, ближайшие к полезному грузу ступени ракеты, естественно, могут быть использованы в качестве строительного материала при создании большого искусственного спутника Земли.

Суммарный вес топлива во всех четырех ступенях этой ракеты составит:

$$\sum_1^4 \omega_i = G_1 \cdot \frac{S-1}{S} \cdot \frac{P-1}{P} = 87,6 \text{ т},$$

а «сухой вес» всех ее 4-х ступеней будет равен:

$$\sum_1^4 \Omega_i = \frac{\sum_1^4 \omega_i}{S-1} = 23,7 \text{ т}.$$

Таким образом, четырехступенчатая ракета, имеющая вполне реальные характеристики двигателей и конструкции при стартовом весе около 112 т и суммарном расходе топлива порядка 88 т, способна доставить на орбиту спутника и сообщить там скорость полета, необходимую для свободного вращения вокруг Земли, материальным ценностям, весящим в общей сложности около 500 кг.

Такой результат является уже весьма ощутимым и правдоподобным, так как в этом примере были использованы, согласно опубликованным в печати данным, только достигнутые в настоящее время характеристики ракет и их двигателей, работающих на обычном химическом топливе.



НАСТОЯЩЕЕ И БУДУЩЕЕ АЗОВСКОГО МОРЯ

А. Ф. Карневич

Доктор биологических наук

*Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства
и океанографии (Москва)*



Азовское море по своей площади самое маленькое среди внутренних водоемов нашей страны, но по величине уловов и рыбным богатствам оно занимает второе место после Каспийского. Азовское море издавна славилось своими белугами, осетрами, сельдями, жирным и крупным лещом, непревзойденным по вкусовым качествам судаком, рыбцом и шемаей. Азовская тарань всегда пользовалась широким спросом у населения. Общий улов рыбы в Азовском море достигал в 1936 г. 3 052 тыс. ц; при этом ценные виды рыб — судак, лещ, рыбец, тарань, осетровые и др. — составляли около 1 500 тыс. ц. До 1940 г. одних донных рыб добывалось около 16 кг/га, в то время как в Каспийском море всего 4,4 кг/га, а в Аральском — 5 кг/га.

Высокая рыбопродуктивность Азовского моря объясняется исключительно благоприятными условиями существования его рыб. Однако в связи с гидростроительством на Дону, а в дальнейшем на Кубани эти исторически сложившиеся условия претерпели и еще претерпят ряд существенных изменений, которые должны отразиться на продуктивности Азовского моря.

Рыбопродуктивность водоемов при прочих благоприятных условиях в первую очередь определяется количеством пищи для рыб и наличием мест для их размножения — нерестилищ.

Фауна рыб Азовского моря гетерогенна

по своему происхождению. С одной стороны, здесь обитают древние солоноватоводные и пресноводные формы (осетровые, сельди, карповые — лещ, тарань, рыбец, шемая), с другой — морские, вселенцы из Черного моря (хамса, атеринка, кефаль и др.). Наиболее ценные в промысловом отношении виды рыб Азовского моря принадлежат к первой древней группе и представлены проходными и полупроходными рыбами. И те и другие живут в море в солоноватой воде, а для размножения входят в пресные воды.

Нерестилища проходных рыб (осетровых, сельдей, лососевых, некоторых карповых) расположены, как правило, на значительном расстоянии от устьев рек. Некоторые проходные рыбы поднимаются по рекам на сотни и тысячи километров и мечут икру в их руслах на галечном грунте (осетровые) или в толще воды (сельди и чехонь).

Полупроходные рыбы (судак, лещ, тарань, вобла и др.) размножаются в дельтах рек, на затопленных паводковыми водами низменных берегах — полях (на Волге) или займищах (на Дону), откладывая икру на затопленную водой растительность. Такие займища в низовьях Дона в многоводные годы занимали более двух тысяч квадратных километров. Выклюнувшиеся здесь личинки рыб некоторое время кормились и росли на займищах, а затем скатывались в Таганрогский залив и море, где также находили обильные пастбища.

Высокая пищевая продуктивность Азовского моря зависела, в первую очередь, от регулярного и обильного пополнения его питательными солями — биогенами — и разнородным органическим веществом, выносимым речными водами. Ежегодно в Азовское море поступало около 13 тыс. *т* фосфорных и около 77 тыс. *т* азотистых соединений, а также и других элементов, необходимых для построения протоплазмы живых организмов. При этом чрезвычайно важно, что основная масса биогенов вносилась в море весной и в первой половине лета (с апреля по июнь), т. е. в период усиленной солнечной радиации и прогревания морских вод, в период пробуждения в них жизни. Это обеспечивало обильное развитие фитопланктона — первого звена в пищевой цепи азовских рыб. Существенно, что ведущая роль в фитопланктоне Азовского моря принадлежала водорослям группы динофлагеллат, которые охотно поедаются планктонными и донными беспозвоночными. Благодаря быстрому прогреву и перемешиванию воды в этом мелководном море, фитопланктонные водоросли быстро развиваются и в некоторые сезоны их биомасса достигает огромной величины — 130 г на 1 м^3 — и тогда морская вода приобретает бурый, зеленый или сине-зеленый цвет — море «цветет». Обычно же средняя биомасса фитопланктона не превышала 13 г на 1 м^3 , а чаще она колебалась от 2 до 3—4 г. При этом необходимо учесть, что растительные клетки очень быстро развиваются, а так же быстро отмирают и разлагаются. Вследствие этого, ранее потребленные ими азот и фосфор снова выделяются в воду и снова вступают в круговорот веществ. Только небольшая часть органических элементов выпадала из круговорота веществ в Азовском море и в труднорастворимых соединениях отлагалась в грунте морского дна. Остальная же их масса шла на построение тела растительных организмов, а в конечном счете на построение тела рыб. Подсчитано, что на базе биогенов, поступавших ежегодно из рек и накопленных в море, могло развиваться около 340 мл. *т* фитопланктона и выкармливаться около 800 тыс. *т* рыб.

Важную, хотя и косвенную, роль в продуктивности Азовского моря играла малая прозрачность его вод. Дон и Кубань ежегодно вносили в свои дельты, в Таганрогский залив и Прикубанский район, около 15 млн. *т*

механических взвесей в виде глинистых частиц, песка и т.д. Азовское море всегда было самым мутным среди других морских водоемов, и потому солнечные лучи слабо проникали в его глубины. В результате донные растения, имеющие ничтожное значение для пищевой продуктивности Азовского моря, почти не развивались, и поэтому питательные соли поглощались преимущественно фитопланктоном. Это обстоятельство имело чрезвычайно важное значение для продуктивности моря, так как путь использования биогенов был самым коротким: биогены — фитопланктон — беспозвоночные — рыбы. Необходимо подчеркнуть, что обычно развитие указанных звеньев происходило в определенной последовательности и каждое звено достигало значительного развития как раз к тому времени, когда последующее звено в нем нуждалось.

Основная масса биогенов поступала в море весной к началу вегетации фитопланктона, который в свою очередь являлся базой для развития зоопланктона. К июню биомасса зоопланктона уже достигала 600—700 мг на 1 м^3 и к моменту выклева личинок рыб и ската молоди с займищ в Таганрогский залив здесь уже имелось большое количество пригодных для них кормовых организмов.

Средняя биомасса донных кормовых беспозвоночных также была очень велика — до 370 г на 1 м^2 дна и, как правило, полностью не использовалась донными рыбами.

Однако и до зарегулирования стока Дона такая идеальная картина не всегда имела место. В результате ежегодных резких колебаний стока Дона и Кубани, неблагоприятных зимних и весенних температур и других причин и в прошлые годы наблюдались значительные колебания как в численности отдельных звеньев биологической цепи, так и в сроках их развития.

За последние 50 лет (до постройки Цимлянской плотины) Дон в среднем сбрасывал в год 28,4 км^3 пресной воды, но ежегодные колебания его стока были велики: от 12 до 52 км^3 , и зависели от общей величины осадков и снежного покрова центральных районов нашей страны. Естественно, в столь же больших пределах колебалось и количество вносимых реками в море биогенов. Неравномерное поступление пресной воды приводило к осолопению или опреснению моря, особенно Таганрогского залива, и к очень

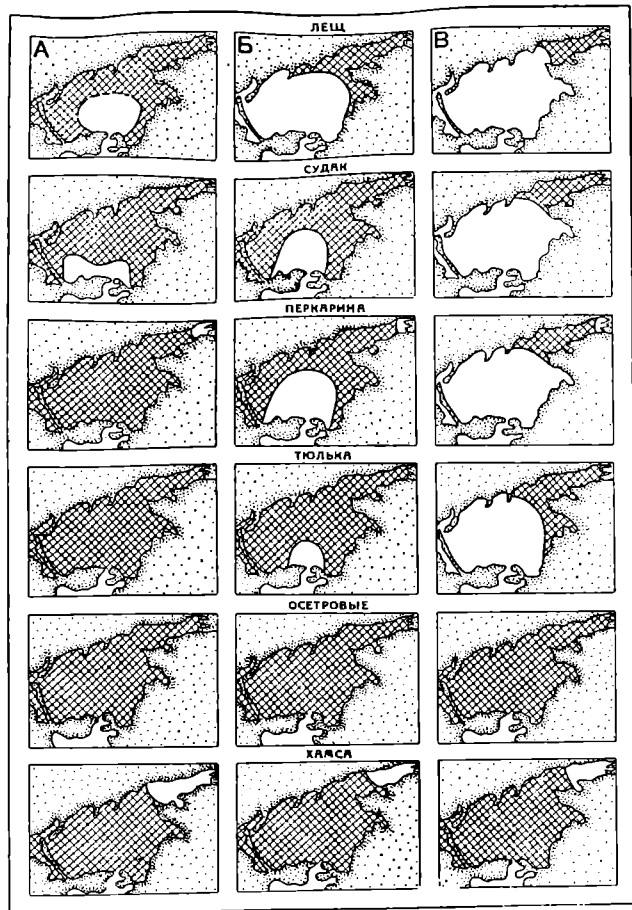


Рис. 1. Схема распределения отдельных видов рыб Азовского моря при его опреснении и осолонении: А — ареалы нагула рыб в периоды половодья Дона и Кубани; Б — ареалы нагула рыб при изъятии 15% речного стока; В — ареалы нагула рыб при изъятии 35% речного стока

слабому или чрезмерному заливанью займищ. Кроме того, в маловодные годы, которые за последние 56 лет наблюдались трижды (с 1900 по 1914; с 1933 по 1939 и с 1949 по настоящее время), или в годы с затяжными и поздними веснами займища заливались не своевременно, развитие фито- и зоопланктона задерживалось, а потому и нерест рыб и откорм их личинок проходил в неблагоприятных условиях. Как правило, поколения рыб таких лет были малочисленны. Скотившаяся в залив молодь также не всегда находила хорошие кормовые и солевые условия обитания, и уловы, базирующиеся на

этих поколениях, обычно были малыми. Колебания солености в Таганрогском заливе и в море по-разному отражались на отдельных видах рыб и беспозвоночных.

Ареалы типично морских видов рыб (хамса, атеринка, барабуля, кефаль, камбала и др.) и беспозвоночных при повышении солености моря увеличиваются в связи с увеличением осолоненных зон, а ареалы проходных и полупроходных рыб (многие представители которых плохо переносят воду соленостью свыше 12‰ — судак, лещ, рыбец и др.) сокращаются соответственно уменьшению опресненных зон в заливе и море (рис. 1). Особенно чувствительны к повышению солености личинки и молодь пресноводных и солоноватоводных рыб и потому они обычно обитают на займищах и в опресненных участках моря — Таганрогском заливе и Прикубанском мелководье. Взрослые осетровые и сельди переносят соленость более 15–16‰, и потому повышение солености воды на 1–2‰, наблюдавшееся в прошлом, не оказывало на их распределение существенного влияния (см. рис. 1).

В годы опреснения моря, когда его соленость была ниже 10‰, проходные и полупроходные рыбы распространялись почти по всей его акватории и кормились на огромных площадях. Ареалы их молоди также увеличивались. В таких условиях, даже при большой численности стад, особи имели хорошую упитанность, и улоны рыб, выросших в годы опреснения моря, были велики. Например, в 1935 г. было выловлено свыше 1200 тыс. $\varnothing$ судака и леща.

В последние годы увеличилось неблагоприятное влияние на размножение рыб и загрязнение рек сточными водами химических, металлургических и нефтяных предприятий. Помимо этого, в течение почти 20 лет молодь ценных промысловых рыб в значительном количестве прилавливалась стапными тюлевыми неводами в Таганрогском заливе, а к моменту зарегулирования стока Дона вылов молоди резко возрос. Все эти причины привели к тому, что перед постройкой Цимлянского гидроузла запасы ценных промысловых рыб сократились в 3–4 раза. Таким образом, еще до зарегулирования стока Дона стада ценных промысловых рыб Азовского моря находились в неблагоприятном состоянии.

Что же произошло в этом водоеме после постройки Цимлянского гидроузла?

Весной 1952 г. Дон был перекрыт плотиной и для заполнения образовавшегося Цимлянского водохранилища потребовалось около 22 км³ воды, т. е. почти годовой сток Дона. Кроме этого, в последующем предполагалось изымать ежегодно около 6,5 км³ воды из Дона на орошение и работу шлюзов. Как следствие этого года и предшествующих маловодных лет, расход пресной воды превысил расчетную величину, что в значительной степени нарушило естественно-исторические условия существования проходных, полупроходных, а также и морских рыб и других обитателей Азовского моря.

Проходным рыбам (белуге, осетру, севрюге, сельди, рыбцу, шемае и др.) был отрезан путь к нерестилищам, расположенным в верхних участках реки. Полупроходные рыбы, нерест которых происходит в низовьях Дона, лишились значительной части нерестилищ вследствие того, что площадь займищ уменьшилась более чем на 50%. А если учесть, что за последние 8 лет (1949—1956) нерестилища заливались всего 3 раза, то станет понятным, почему естественный нерест судака и леща резко сократился. В связи с осолонением моря молодь полупроходных рыб, скатившихся в Таганрогский залив, попадала в неблагоприятные условия откорма и в некоторые годы, видимо, ослабленная плохим питанием и зимовками, подвергалась инфекционным заболеваниям и гибла.

Распространению инфекций способствовала и большая скученность молоди и взрослых рыб на местах их обитания, так как ареалы нагула некоторых рыб (леща) уменьшились на 50—60%. Неудивительно, что уловы судака, леща и других рыб в настоящее время в 3—7 раз меньше уловов 1932—1936 гг. При этом если до осолонения моря основная масса леща вылавливалась в 5—7-летнем возрасте, то теперь в 4—5-летнем; то же относится и к некоторым другим видам рыб. Таким образом, снизилась не только величина, но и качество уловов пресноводных рыб.

Осолонение Азовского моря сказалось и на численности типично морских рыб, населяющих этот водоем. При этом осолонение моря и его прямое воздействие на морскую фауну рыб и беспозвоночных было в общем благоприятным, но его косвенное воздей-

ствие сказалось по-разному. Так, из-за осолонения моря улучшился газовый режим его центральной части, благотворно повлиявший на донное население. Вследствие этого биомасса бентоса Азовского моря почти не уменьшилась и условия откорма донных рыб не ухудшились, а стадо бычков получило еще и дополнительные кормовые ресурсы, ставшие недоступными для полупроходных рыб. Видимо, для бычков увеличилось и нерестовые площади. В связи с этим численность их заметно увеличилась. Улучшились условия обитания камбалы, кефали, атеринки и других видов черноморской ихтиофауны, более интенсивно проникающих в настоящее время в Азовское море.

Иначе повлияли новые биофизические условия на пелагических рыб — хамсу и тюльку. В некоторые годы, после перекрытия Дона, у них и их личинок резко уменьшалась кормовая база, а в связи с этим сокращались и их численность и упитанность. Особенно тяжелые условия нереста и откорма для этих рыб наблюдались в первые годы после зарегулирования стока Дона, когда ежегодно в среднем изымалось около 30% его стока, а в 1953/1954 г. была еще и необычайно холодная зима и весна, задержавшая развитие фито- и зоопланктона. Но, самое главное, нарушилась сезонная подача пресной воды и питательных материалов из реки в море.

В прежние годы основная масса речной воды поступала в море весной, обогащаясь питательными солями и органикой на займищах, а теперь Цимлянский гидроузел сбрасывает ее осенью и зимой (рис. 2).

Кроме того, донская вода, проходя через Цимлянское водохранилище, замедляет в нем свое течение, и часть взвесей и питательных материалов оседает на его дно, а фитопланктон, развивающийся в водохранилище, поглощает и часть биогенов. Таким образом, в Азовское море стала поступать более светлая вода с меньшим количеством биогенов и органических взвесей. Потеря части питательных веществ сама по себе не нанесла бы ощутимого удара пищевой продуктивности моря, если бы большая часть годовой порции биогенов поступала, как прежде, весной и в первой половине лета, т. е. к началу вегетации фитопланктона. Но из-за перераспределения сезонного сброса биогенов нарушился и наиболее благоприят-

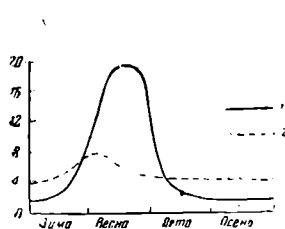


Рис. 2. Сезонные изменения в стоке Дона после сооружения Цимлянского гидроузла: 1 — сток Дона до зарегулирования (среднее за 20 лет — с 1931 по 1951 г.); 2 — сток Дона после зарегулирования (среднее за первые 4 года, 1952—1955)

и размеров планктофага тюльки (рис. 3).

Таково в очень кратких чертах современное состояние кормовой базы и запасов рыб Азовского моря. Однако это крайне неблагоприятное состояние моря, которое наблюдалось в самые первые годы после зарегулирования стока Дона и вызванное совместным действием неблагоприятных метеорологических и технических условий, в дальнейшем, при наступлении многоводных лет должно значительно улучшиться. Кроме того, рыбопромысловое значение этого водоема можно повысить, осуществив ряд мер. Прежде всего — отрегулировать сброс воды Цимлянским гидроузлом, получив максимум вод в наиболее благоприятные для размножения рыб сроки. Далее, необходимо провести мелиорацию естественных нерестилищ, т. е. провести борьбу с их загрязнением, осолонением, зарастанием и заилением, расчистить рыбе проходы на займища и т. д. Однако величина естественных нерестилищ, оставшихся при уменьшении стока Дона, не сможет регулярно обеспечивать высокой численности полупроходных рыб, и в море будут оставаться неиспользованные кормовые ресурсы. Подсчитано, что после установления нового режима в Азовском море, когда будет урегулирован сброс пресной воды Цимлянским гидроузлом, кормовые ресурсы моря смогут прокормить стадо судака в 3—4 раза больше существующего, а осетровых в 5 и даже 10 раз больше. Чтобы создать такое стадо, необходимо для одних (осетровых) построить рыбоводные заводы, а для других

(судак, сазан, лещ) — рыбхозы, рыбопитомники. Промышленное рыбозаведение должно занять ведущее положение в деле воспроизводства рыбных запасов не только в Азовском море, но и других внутренних морях СССР, так как это позволит регулировать в них состав промысловых рыб. Эти мероприятия общими усилиями ряда институтов (ВНИРО, Азчерниро и др.) и проектных организаций (Гидрорыбпроект) разработаны, и в настоящее время уже приступили к их осуществлению. Однако воспроизводство пресноводных, наиболее ценных в промысловом отношении рыб потеряет в значительной мере свое значение в случае дальнейшего осолонения моря. Более значительное осолонение Азовского моря до 14‰ и выше возможно в дальнейшем при единовременном и повышенном изъятии пресной воды из Дона и Кубани. Тогда ни лещ, ни рыбец, ни судак, ни тюлька, ни шемая, ни чехонь не смогут обитать в собственно Азовском море, они будут ютиться только в Таганрогском заливе, а численность и упитанность их понизится. В Азовском же море будут господствовать бычки и черноморские рыбы — хамса, атюринка, камбала, барабуля и множество сорных рыб. В то же время осетровые рыбы смогут использовать кормовые ресурсы всего моря, даже при его осолонении до 16‰. Но чтобы значительная часть кормовых объектов выедалась осетровыми или другими ценными рыбами, нужно всемерно увеличивать их численность путем искусственного воспроизводства в промышленных масштабах или путем акклиматизации новых ценных видов. В настоящее время имеются все возможности к тому, чтобы превратить Азовское море в преимущественно осетровое.

Наряду с мероприятиями по воспроизводству и акклиматизации ценных промысловых рыб, а также по управлению их численностью возможно и регулирование гидрологического режима и, в частности, солевого режима Азовского моря.

Одни проекты предусматривают кардинальное изменение всего режима моря, а другие — только его отдельных районов. Например, если сузить дамбой Керченский пролив, то сократится выход опресненной азовской воды в Черное море и уменьшится приток соленой, черноморской в Азовское. И тогда, регулируя водообмен между этими

морями, можно поддерживать на желательном уровне соленость всего Азовского моря.

Если этот проект по каким-либо причинам не будет осуществлен, тогда возможно опреснить отдельные районы моря. Например, переброска вод Кубани в северо-восточный район опреснит этот угол моря, а подача части воды из Днепра в Молочное озеро и Утлюкский лиман опреснит его юго-западный участок. При этом образуется сплошной пояс опреснения в мелководной и наиболее кормной зоне моря, от восточных его берегов до юго-западных. В таком случае значительно расширится площадь естественных нерестилищ в заливах и лиманах и площади нагула в море всех проходных и полупроходных видов рыб. Но в этом случае все же значительная часть морских угодий останется недоступной для леща, рыбца, чехони и других рыб. И, наконец, можно согласовать оба проекта, чтобы создать благоприятные условия для существования всех наиболее ценных видов рыб как на востоке, так и на западе, у украинских берегов.

Наша страна обладает мощной технической базой, при помощи которой можно построить намеченные сооружения и тем самым разрешить проблему сохранения и повышения естественных рыбных запасов Азовского моря.

Необходимо также разработать способы дешевого и безопасного для молоди ценных рыб вылова сорных и малоценных видов. Такие рыбы, как перкарина (ерш), атеринка и др. чрезвычайно устойчивы и многочисленны. Они поглощают огромное количество корма, нанося тем самым вред ценным промысловым рыбам. Мясо малоценных рыб может быть использовано для изготовления пищевого белка, кормовой муки и т. н.

Возможно, что постепенное истощение запасов биогенов в Азовском море вызовет необходимость в его удобрениях. Однако эта проблема требует еще очень серьезной теоретической и экспериментальной разработки. Кроме того, для повышения уловов ценных

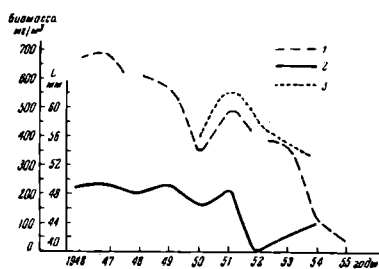


Рис. 3. Зависимость размеров хамсы и тюльки от биомассы зоопланктона (по материалам Азчерниро): 1 — биомасса зоопланктона (мг/м³); 2 — размеры сеголеток тюльки (мм); 3 — размеры сеголеток хамсы (мм).

видов рыб необходимо уже сейчас строго регулировать рыболовство в Азовском море и изменить систему планирования вылова рыбы.

В настоящее время, когда запасы рыб уменьшились, некоторые организации впадают в крайность, выдвигая идею полного запрещения лова рыбы в Азовском море. Это неправильно. Рациональный промысел, основанный на учете биологических особенностей вылавливаемых рыб, не может принести вреда ихтиофау-

не. Ряд рыб очень быстро восстанавливает свою численность. Например, хамса и тюлька через 2—3 года оправляются после перелова или неурожайных лет. Но для ряда видов, особенно осетровых, судака, леща и др., медленно восстанавливающих свою численность, необходимо ввести строгие правила отлова. Техническая оснащенность современной рыбодобывающей промышленности такова, что при нарушении правил рыболовства запасы отдельных пород могут быть исчерпаны в самое короткое время.

Из всего изложенного ясно, что необходимо создать единый орган планирования промысла рыб на наших внутренних морях, единый орган охраны рыб и регулирования промысла, а также воспроизводства их запасов.

В настоящее время Всесоюзный научно-исследовательский институт морского рыбного хозяйства и океанографии и бассейновые институты изучают происходящие в морях изменения и разрабатывают мероприятия по воспроизводству ценных рыб и реконструкции рыбного хозяйства морей в связи с изменением их режимов. Однако темп и глубина проводимых исследований еще недостаточны. Да и решение важнейших проблем по регулированию гидрологического и гидрохимического режимов, а также по реконструкции фауны морских водосоедов не могут быть обеспечены силами отраслевых институтов. Эти проблемы должны решаться совместными усилиями всех заинтересованных отраслевых институтов и институтов Академии наук СССР.

БИОЭЛЕКТРИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ГОЛОВНОГО МОЗГА ЧЕЛОВЕКА

Н. П. Бехтерева

*Ленинградский научно-исследовательский нейрохирургический институт
им. А. Л. Поленова*



Среди различных проявлений жизнедеятельности органов и тканей организма существенное место занимают электрические явления. Эти явления были первоначально открыты в мышцах лягушки, а затем в очень отчетливой форме выявлены при деятельности сердца (электрокардиограмма). Исследования показали, что электрические явления обнаруживаются также при деятельности нервной ткани, железистой ткани и возбуждении органов чувств.

В основе этого феномена лежит развитие разницы потенциалов между возбужденным участком ткани и участком ткани, находящимся в состоянии покоя: возбужденный участок по сравнению с невозбужденным является электроотрицательным. В зависимости от величины разности этих потенциалов абсолютное значение электродвижущей силы в различных тканях может быть неодинаково. Например, электрические рыбы при разряде электрического органа развивают напряжение до 500 в, а потенциалы мозга человека измеряются лишь миллионными долями вольта.

Для объяснения происхождения электродвижущих сил предлагались различные теории. Одна из наиболее распространенных теорий выдвигает идею существования в тканях полупроницаемых перегородок — мембран, благодаря которым создаются неравенства концентраций ионов, приводящие

к возникновению разницы потенциалов (И. Бернштейн). Дальнейшие исследования вносили изменения и дополнения в эту теорию, но подтвердили важное значение концентрации ионов в происхождении электродвижущих сил (Ж. Леб, П. П. Лазарев и др.).

В последнее время высказано предположение о роли в происхождении биоэлектрических явлений неоднозначного структурного состояния живого вещества, фазовых изменений этого состояния при различных воздействиях (Д. Н. Насонов и В. Я. Александров). Особое значение в развитии этих явлений, как это еще подчеркивал И. М. Сеченов, имеют изменения обмена веществ. Теория эта в последующем была разработана В. Ю. Чаговым.

Тщательное изучение биоэлектрических явлений в различных органах и тканях показало их неотделимость от проявлений жизнедеятельности и прямую связь с ними, в особенности с такими важными жизненными явлениями, как процессы возбуждения и торможения, а также проведения возбуждения по возбудимым системам. Электрические явления могут служить надежным показателем самого процесса возбуждения — его ритма, интенсивности и скорости протекания.

Способ регистрации биоэлектрических потенциалов получил в связи с этим широкое распространение в научно-исследовательской и, что особенно важно, в клинической прак-

тике. Общеизвестно значение электрокардиографии для оценки состояния сердца больного и здорового человека. Все более и более широкое распространение получает запись биоэлектрических потенциалов головного мозга — электроэнцефалография. Она дает представление о деятельности мозга при некоторых физиологических состояниях или при воздействии различных раздражителей внешней и внутренней среды. Электроэнцефалография оказывается особенно важной для изучения изменений, наступающих при травмах и заболеваниях мозга и всего организма в целом. Обследование больного в неврологических, психиатрических и особенно нейрохирургических клиниках считается в настоящее время неполным, если оно произведено без учета картины биоэлектрической активности его мозга.

Для записи электроэнцефалограммы всегда необходимо использование отводящих электродов и электроэнцефалографа, включающего усилительное и регистрирующее устройства. Наиболее распространены следующие электроэнцефалографы: катодный (электронно-лучевой), шлейфный и чернильно-пишущий (рис. 1). Последние два типа позволяют производить регистрацию одновременно с нескольких участков мозга, т. е. являются многоканальными. Отведение биопотенциалов возможно непосредственно с кожи головы, с открытого мозга и методом так называемых базальных отведений. При базальных отведениях электрод подводится через нос или рот к основанию мозга. В эксперименте на животных отведение биопотенциалов с глубоких слоев мозга производится путем вкалывания электродов в мозг на различную глубину. В последнее время в зарубежной печати публикуется большое число статей, где приводятся результаты аналогичных исследований, проведенных на людях. Этим в буквальном смысле слова подопытным людям вкалывались в мозг на глубину 8—10 см серебряные гвозди, которые обычно оставались там на длительные сроки, с единственной целью изучения биопотенциалов различных уровней мозга. Вполне очевидна опасность и прямая недопустимость подобного эксперимента. Изучение глубинных потенциалов мозга человека должно и может производиться только по ходу нейрохирургической операции, когда все необхо-

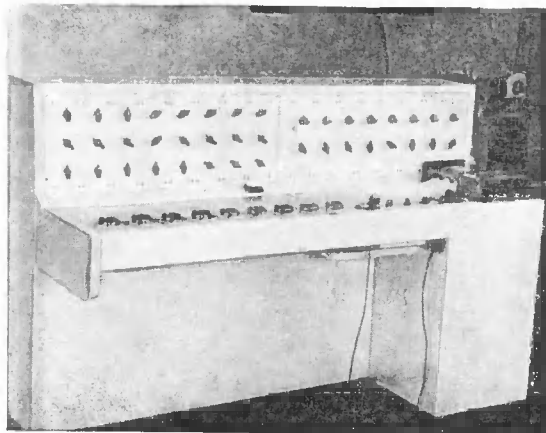


Рис. 1. Электроэнцефалограф 8-канальный, с чернильной записью

димые хирургические действия производятся в интересах больного.

В. В. Правдич-Неминский (на собаке), а затем Бергер (на человеке) показали, что основными элементами электроэнцефалограммы в норме являются ритмические колебания, названные *альфа*- и *бета*-волнами.

Клинические и физиологические исследования позволили выявить ряд общих закономерностей биоэлектрической активности мозга. М. Н. Ливанов, Н. В. Голиков, В. С. Русинов, А. Б. Коган, П. И. Шпильберг, С. И. Субботник, П. И. Гуляев, В. Е. Майорчик, И. А. Пеймер и др., основываясь на положениях Н. Е. Введенского, показали, что частотные соотношения электроэнцефалограммы могут служить показателем функционального состояния мозга. Теоретические положения авторов подтвердили мысль Сеченова, что «спонтанные» разряды, т. е. разряды, возникающие без видимых внешних раздражений, стоят в прямой связи с возбудимостью мозга.

При съемке электроэнцефалограммы (ЭЭГ), в условиях, когда испытуемый спокойно сидит или лежит в темноте с закрытыми глазами, преобладающей формой биоэлектрической активности у большинства здоровых людей оказываются ритмичные, синусоидальной формы колебания, с частотой от 8 до 13 волн в секунду — *альфа*-ритм (рис. 2, 1). Частота *альфа*-ритма у различных людей не одинакова, но у одного и того же человека

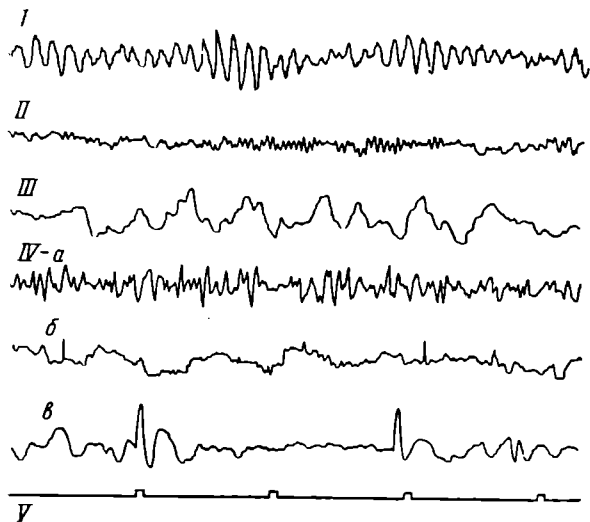


Рис. 2. Типы биоэлектрической активности: I — альфа-ритм; II — бета-ритм; III — медленные волны (дельта); IV — эпилептиформные волны: а — острые волны; б — спайки; в — комплекс из острой и медленной волны; V — отметка времени (1 сек.)

сравнительно постоянна. Альфа-ритм регистрируется в ЭЭГ обычно не непрерывно: он то исчезает, то вновь появляется в виде так называемых «веретен». Амплитуда альфа-волн колеблется от 20 до 80—100 мкв, но чаще всего оказывается в пределах 40—60 мкв. В средне-задних отделах полушарий они более выражены, чем в передних. Альфа-ритм подавляется при предъявлении раздражителей и в особенности световых. В этих условиях на ЭЭГ становится отчетливым или даже усиливается второй вид ритмических колебаний — бета-ритм (рис. 2, II).

Бета-ритм характеризуется частотой от 15 до 30 колебаний в секунду. По амплитуде он обычно не превышает 20—30 мкв, а чаще бывает около 15—20 мкв, хотя в отдельных случаях амплитуда его приближается к амплитуде альфа-ритма. Бета-ритм в ЭЭГ обычно менее заметен, чем альфа-ритм, и может маскироваться последним. Таким образом, наилучшими условиями для выявления альфа-ритма являются условия покоя, а для регистрации бета-ритма — условия умеренного преобладания возбуждения. В норме альфа-ритм исчезает при засыпании, сменяясь по мере углубления сна более медленным дельта-ритмом (1—3 в секунду), чередующимся вначале с так называемыми

«веретенами сна», вспышками ритма 14—16 колебаний в секунду. При дальнейшем углублении сна начинается снижение амплитуды биоэлектрических колебаний.

Преобладание медленных частот в ЭЭГ наблюдается чаще всего при усилении тормозных процессов; увеличение числа быстрых колебаний и их амплитуды в ЭЭГ отражает сдвиг в сторону возбуждения. При заболеваниях, когда создаются условия, благоприятствующие развитию тормозных процессов, наблюдается замедление ритмов электроэнцефалограммы: появляются тэта- (4—6 в секунду) и дельта- (1—3 в секунду) волны (рис. 2, III).

В болезненных состояниях, протекающих при усилении раздражительного процесса, наблюдается преобладание частых форм ритма. Регистрируется усиленный бета-ритм, появляются потенциалы очень короткого периода (порядка миллисекунд), а также так называемые острые волны, комплексы, состоящие из острой и медленной волны, и острые волны короткого периода (так называемые спайки¹, рис. 2, IV).

Все указанные явления могут быть местными при изменении деятельности мозга в одной ограниченной области или распространенными при поражениях всего головного мозга или общих заболеваниях организма. Изменения электроэнцефалограммы, появляющиеся при болезненных состояниях организма, свидетельствуют о реакции головного мозга на такое состояние.

Динамика электроэнцефалограммы характерна при таких заболеваниях, при которых головной мозг непосредственно затрагивается общим заболеванием организма. Так, значительные нарушения ЭЭГ, в виде угнетения нормальных ритмов, усиления частых колебаний и появления медленных, а иногда и очень медленных, синхронных с частотой сердечбиений ритмов, были обнаружены на ЭЭГ больных гипертонической болезнью. Отчетливые изменения ЭЭГ наблюдаются при различных гормональных нарушениях. Так, усиление частых форм активности может выявиться при усилении обмена, вызванном введением препаратов щитовидной железы.

В клинических условиях динамика электроэнцефалограммы оказывается наиболее разнообразной, а результаты наиболее зна-

¹ От английского слова «spike».

чимыми при заболеваниях и повреждениях самого мозга. У больных с опухолями головного мозга, с кровоизлияниями в мозг, ушибами и сдавлениями головного мозга, при эпилепсии и т. д. удается обычно регистрировать массивные изменения биоэлектрического рисунка, наиболее выраженные в области преимущественного поражения мозга. Клетки опухоли, ткань мозга, погибшая в результате кровоизлияния или травмы, — электрически неактивны. Соседние с областью поражения нервные структуры оказываются в резко измененных условиях жизнедеятельности. Они подвергаются механическому сдавлению, отравлению токсическими продуктами обмена или распада очага и т. п., что может способствовать развитию торможения. Такое состояние проявляется в ЭЭГ медленными волнами.

У больных с воспалительными заболеваниями оболочек мозга, при эпилепсии и т. п. в ЭЭГ преобладают явления раздражения. Обнаруживается усиление частой активности, регистрируются острые волны и спайки. Заостренную форму приобретают альфа- и бета-волны. Эти изменения также наиболее отчетливы вблизи области наибольшего поражения мозга.

Сложная картина изменений при заболеваниях и повреждениях мозга складывается, однако, зачастую из явлений, отражающих развитие торможения в одних и усиление возбуждения в других нервных структурах. Такая мозаика оказывается характерной для некоторых внутримозговых опухолей, некоторых форм эпилепсии, для паразитарных и воспалительных заболеваний мозга и т. д. Во всех этих случаях, наряду с очагом или очагами медленных волн, рядом или в отдалении, а иногда и в одноименных областях «здорового» полушария, регистрируется появление или усиление частых колебаний, в том числе и частых колебаний короткого периода (так называемых аксональных), острых волн и «спайков».

Электроэнцефалограмма, снятая в условиях ограничения внешних раздражений, относительного покоя больного, дает возможность судить о появлении характерных для нарушения деятельности мозга форм биоэлектрической активности и об их локализации.

Наблюдаемая картина, однако, не всегда дает желаемое представление о состоянии



Рис. 3. Больной в шлеме с электродами к электроэнцефалографу

головного мозга. Общеизвестно, что те или иные нарушения могут обнаружиться при какой-нибудь функциональной нагрузке. В то же самое время поражает иногда сохранность основных функций больного человека при отчетливых, массивных нарушениях деятельности мозга или всего организма. Именно поэтому, с самых первых шагов развития электроэнцефалографии запись производилась не только в условиях покоя, но и когда в отношении испытуемого или больного применялись различные функциональные пробы. В качестве функциональных проб использовались как физические, так и фармакологические раздражители; запись ЭЭГ проводилась также при некоторых определенных физиологических состояниях. Фармакологические пробы получили широкое распространение главным образом за границей, причем особое место отводится применению метразола (аналог коразола), стимулирующего центральную нервную систему и в больших дозах вызывающего судороги. Нередко у подобных больных проводится одновременная фотометразоловая стимуляция (метразол + ритмические световые мелькания). Сравнительно широко известна регистрация ЭЭГ в разные сроки после введения больному или испытуемому 1,0—10%-ного раствора кофеина.

Значительно большее распространение, однако, получили физические методы стимуляции и физиологические пробы. Самой старой

функциональной пробой, не утратившей своего значения и до настоящего времени, является регистрация ЭЭГ при открывании и закрывании глаз и простейшая световая проба. При открывании глаз и предъявлении испытуемому светового раздражителя наступает депрессия, резкое снижение амплитуды альфа-ритма; при закрывании глаз и при выключении света альфа-потенциалы, наоборот, усиливаются.

В физиологическом эксперименте и в клинической практике, на животных и у человека, запись ЭЭГ широко производится при предъявлении одиночных и ритмичных, световых и звуковых, индифферентных и условных сигналов. Развитие и совершенствование всех этих способов позволило значительно расширить возможности электроэнцефалографии. Метод ритмической световой стимуляции — предъявление испытуемому или больному световых мельканий различной возрастающей или убывающей частоты — позволил показать, что в известных пределах в такой форме исследования может наблюдаться своеобразная перестройка частот мозговых волн (главным образом альфа-ритма) соответственно ритму световой стимуляции. Еще Н. Е. Введенский показал, что объективное изучение лабильности нервных образований оказывается возможным при применении ритмических раздражителей. Лабильность различных нервных образований неодинакова. Нервное волокно лягушки способно воспроизводить частоту до 500 импульсов в 1 секунду; синапсы, нервные приборы, передающие возбуждение с пера на мышцу, — около 100 импульсов в секунду, и т. д. Функциональная подвижность нервных элементов головного мозга и особенно клеток коры больших полушарий значительно меньше.

При резком нарушении условий жизнедеятельности всего мозга или его областей возможности соответствующих нервных структур, в смысле повышения частоты генерируемых ими ритмов, их лабильность еще больше снижается. В ЭЭГ покоя это выражается в общем или местном преобладании медленных колебаний — дельта- и тэта-волн. При постепенном увеличении частоты ритмических световых мельканий ритмы «здоровых» участков мозга учащаются. В области повреждения повышения частоты мозговых волн не происходит и, наоборот, наблюдается

обычно даже замедление их. Разница между больной и здоровой областью мозга может усиливаться. Регистрация ЭЭГ при предъявлении ритмических световых мельканий оказывается полезной, таким образом, в качестве дополнительного способа выявления очага поражения в мозгу и позволяет оценить особенности функциональных свойств различных областей больного и здорового мозга.

Безусловной заслугой М. Н. Ливанова следует считать создание им в экспериментах, проведенных на основе творческого развития учения И. П. Павлова, общей схемы биоэлектрической динамики при формировании временных связей.

Запись ЭЭГ при предъявлении животному, испытуемому или больному, сигналов, на которые выработан положительный или тормозной условный рефлекс, позволила выявить и уточнить некоторые особенности изменения биоэлектрической активности в головном мозгу. Такая форма эксперимента оказалась полезной и при выяснении характерных электрических особенностей преобладания возбуждения или торможения в коре больших полушарий. Этот способ, так же как и другие, применяется в последние годы для суждения о функциональном состоянии мозга здорового и больного человека. Оценка функционального состояния мозга у животных в эксперименте и у больных в клиниках широко производится также способом кривых реактивности М. Н. Ливанова. В основу этого способа положена возможность изучать соотношение нервных процессов по характеру изменений биопотенциалов при увеличении силы специально подобранного ритмического раздражителя. При ранениях военного времени методом кривых реактивности было показано, что в симметричных травмах участках здорового полушария, а также в отдаленных от области повреждения точках больного полушария наблюдается резкое повышение реактивности на слабые раздражения и падение деятельности при сильных раздражителях (парабиотические сдвиги).

Создание метода кривых реактивности позволило выявить различные формы нарушений нейродинамики, силы и взаимоотношений возбуждательного и тормозного процессов и т. п., а также полнее представить себе механизмы взаимодействия обоих полушарий головного мозга.

В практике электрофизиологических исследований происходит дальнейшее развитие и усложнение способов стимуляции. Так, в серии исследований французских электрофизиологов приведены результаты регистрации ЭЭГ при просмотре различных кинофильмов. Показываемые фильмы разделены авторами на так называемые нейтральные и эмоционально-активные. Демонстрация нейтральных фильмов вызывала в электроэнцефалограмме изменения, сходные с эффектом обычного светового раздражения. Демонстрация эмоционально-активных фильмов, в частности, фильмов, показывающих, например, состязания боксеров, вызывала в ЭЭГ изменения, сходные с теми, которые возникали при собственных двигательных актах испытуемого.

В различных условиях эксперимента и в клинической практике проводилось изучение характерных особенностей электрического рисунка мозга в покое и при использовании самой различной стимуляции. Электроэнцефалография все шире внедрялась в практику.

Необходимость воссоздания возможно более полной мозаики электрического рисунка мозга определила основные пути совершенствования электроэнцефалографической техники — применение микроэлектродов и увеличение числа усилительных каналов в электрографических установках. Значительно расширились возможности объективного наблюдения динамических процессов, текущих в нервных структурах мозга человека и животных, так как появилась возможность наблюдать изменение биопотенциалов одновременно во многих участках мозга.

В работах Лилли (J. C. Lilly) и Черри (R. B. Cherry) были представлены результаты изучения динамики распространения биопотенциалов в нервных структурах височной доли мозга кошки. Опыты проводились при помощи 24-канальной электрографической установки. Пользуясь большой скоростью развертки, авторы показали наличие в нервных образованиях мозга кошки определенных путей, так называемых фигур, показывающих направление распространения потенциалов. Эти данные в настоящее время представляют большой теоретический интерес, однако использование такого рода методики еще сложно. С другой стороны, значительное увеличение числа усилительных



Рис. 4. Исследователь у экрана электроэнцефалоскопа Ливанова-Ананьева. На экране *сверху* — пространственная картина биопотенциалов в виде 50 точек; *внизу* — амплитудное значение каждой точки

каналов в обычных электроэнцефалографических установках нередко встречает трудности технического порядка, так как могут усиливаться помехи из-за взаимовлияния каналов, и, следовательно, самовозбуждения системы.

Большинство последних исследований Уолтера посвящено всестороннему анализу биопотенциалов мозга, причем такого рода анализ проводится им, в частности, и при помощи 22 радарных экранов. Эти данные, пожалуй, наиболее интересны из всех опубликованных за рубежом результатов такого рода исследований. Регистрируя изменение биопотенциалов с 22 точек поверхности головы, Уолтер применил в качестве раздражителей усиленные и трансформированные в световые мелькания собственные биопотенциалы испытуемого. У здорового это явление вызывало иллюзии и галлюцинации, а у больных эпилепсией — появление судорог. Использованный автором метод регистрации позволил показать длительное время последующего свечения на экране после предъявления испытуемому различных раздражителей. Такое остаточное свечение Уолтер наблюдал только при отведении биопотенциалов от мозговой коры и не наблюдал его при отведении биопотенциалов от более глубоких отделов мозга. Это явление, характеризующее длительность сохранения следа от

раздражителя, автор называет «временем памяти».

Советские исследователи М. Н. Ливанов и В. М. Ананьев создали установку для регистрации биопотенциалов, по числу каналов — 50, превосходящую все известные в настоящее время, а по способу регистрации позволяющую наблюдать всю динамику биопотенциалов одновременно на экране двухлучевой катодной трубки. Этот прибор, названный авторами электроэнцефалоскопом, а в научно-популярной литературе известный под названием «телевизора мозга», дает возможность одновременно рассматривать на экране 2 рисунка: 1) пространственную мозаику динамики биопотенциалов, в виде 50 светящихся точек, меняющих свою яркость в зависимости от изменений биоэлектрической активности, отводимой от мозга и 2) количественное значение потенциалов в каждой точке, в виде меняющихся по амплитуде 50 столбиков, из которых каждый соответствует величине потенциала строго определенной точки на первом рисунке. Регистрация производится способом киносъемки этих двух картин биоэлектрического рисунка мозга (рис. 3, 4).

М. Н. Ливанов и В. М. Ананьев внесли существенно новое и в технику электроэнцефалографических установок: по созданной ими схеме в приборе при помощи переключения производится последовательное усиление биопотенциалов практически одним усилительным каналом¹. Быстрота переключе-

чения намного превышает частоту колебаний основных биопотенциалов и, таким образом, практически не создает искажений при развертке изображения на экране. Использованный авторами принцип устранил одну из наиболее неприятных причин искажения в многоканальных установках — взаимовлияние каналов и в то же время определил возможность дальнейшего увеличения числа каналов.

В настоящее время опубликованы первые экспериментальные и клинические работы, проведенные при помощи такого электроэнцефалоскопа. М. Н. Ливанову и В. М. Ананьеву в эксперименте удалось детализировать пространственную динамику становления и закрепления условных связей у животных.

В клинике Ленинградского нейрохирургического института им. А. Л. Поленова была показана возможность при помощи электроэнцефалоскопа уточнять области изменения деятельности мозга при некоторых опухолях и травмах его. Можно уже заранее сказать, что применение этого прибора окажется очень перспективным не только в клинике, но и в научной работе при исследовании высшей нервной деятельности человека и изучении природы электрических процессов мозга.

Дальнейшее усовершенствование усилительной техники и методов регистрации, дальнейшее накопление фактического материала позволит, по-видимому, ближе подойти и к разрешению неясных вопросов теории электроэнцефалографии.

¹ См. «Физиологический журнал СССР им. И. М. Сеченова», т. XLII, 1956, № 11, стр. 981—988



РЕАКЦИОННАЯ СУЩНОСТЬ «ЕСТЕСТВЕННОЙ» РЕЛИГИИ

Профессор Г. А. Курсанов
Уральский филиал Академии наук СССР (Свердловск)



Борьба научного и религиозного мировоззрений характеризуется все новыми и новыми победами науки над религией, истины над ложью, разума над мистикой. Еще французские материалисты говорили, что как только наука делает шаг вперед, так бог отступает на шаг назад. Это отступление религии перед наукой всегда сопровождалось ее ожесточенным сопротивлением и борьбой против науки и ученых, подрывавших своими трудами и открытиями позиции религии. Перед лицом все новых и новых побед науки религия и церковь, понимая ее огромную силу, предпринимают различные попытки привлечения науки на свою сторону, стремятся примирить науку с собой.

В современную эпоху, когда ширится применение ядерной энергии в различных областях жизни, когда реальностью становятся мечты о завоевании космических пространств, в эпоху высокомолекулярных веществ в химии и технике, развития электроники и радиофизики, автоматизации и телемеханики в производственных процессах, применения «умнейших» математических машин, производящих тысячи арифметических действий в секунду, религия и церковь вынуждены лихорадочно искать новые средства, чтобы сохранить свои позиции и свое влияние. В наше время богословы и «модные» философы-идеалисты стремятся так преподнести религиозные откровения, чтобы они

были в «согласии» с наукой, производили впечатление «научности» и обоснованности. Об этой тенденции еще много лет назад говорил В. И. Ленин, когда указывал на все более тонкую и изощренную фальсификацию науки со стороны религии и идеализма, который в свою очередь является лишь «рафинированной формой фидеизма». Бесспорно, что это является выражением бессилия религии перед наукой и научным материалистическим мировоззрением.

Весьма характерным является в этом отношении следующий факт. В 1954 г. в США, в штате Массачусетс, состоялась специальная конференция представителей различных религий — протестантской, иудейской, буддийской и других, целью которой было выработать «новую стратегию» религии по отношению к науке. Суть этой стратегии заключается в том, что теология должна принять и обобщить данные современной науки и выработать новую аргументацию для обоснования религиозных догм и представлений. Конференция провозгласила «идентичность современной науки и религии» и поставила задачу показать «эквивалентность религиозной и научной веры». На конференции было признано необходимым привести теологию в гармонию со всеми науками. В частности, предметом рассмотрения в этом плане явилась проблема «отношения бога и природы». Теология утверждает, что

бог есть дух и творец вселенной, и отсюда следует, что человек является его творением. И вот, нынешние богословские мудрецы заявляют, что это и есть то, что на языке науки гласит: «мы являемся продуктом своей среды, зависим от нее». Теологи утверждают, что современная биологическая наука не противоречит сотворению всего живого богом, стоит лишь для этого окружающую среду назвать тоже его творением. Наконец, конференция наметила обширную программу дальнейших «исследований» по таким проблемам, как взаимоотношения бога с природой; реальность духа и свобода воли — личной, индивидуальной и мировой; космос и происхождение жизни в свете творческой деятельности бога и т. д. Программа выражает неограниченные претензии религии и церкви на идеологическое господство над наукой в новых условиях, в период исключительных успехов научного познания мира.

«Решение» ряда вышеназванных проблем призвано дать различные формы так называемой «естественной» религии, занимающей значительное место в идеологической программе современной религии и церкви.

Возникновение «естественной» религии относится еще к периоду античного мира — к религиозной философии стоиков. Согласно их утверждениям, в природе воплощен разум ее творца, и именно поэтому человек должен жить в полном согласии с природой. Повиновение ее законам есть повиновение божественной мудрости. Сущность «естественной» религии стоиков заключается в подчинении человека религии, оправдываемом ссылками на природу, на «естественность».

В проповеди католической церкви «естественная» религия получает обоснование в «натуральной теологии», которая «рационалистически» обосновывает и оправдывает догматы католической церкви и всецело подчиняет человеческий разум вере. Здесь уже очень немного остается от «естественности», если не считать самого названия — «натуральной теологии», претендующей в католической религии на роль ее теоретического фундамента как «науки» о боге и божественном. Характерно, что и протестантские религии — и лютеранство, и кальвинизм в особенности — вполне приняли тезисы «натуральной теологии». В современных условиях «естественная» религия, сохраняя свое

содержание, выступает в измененных и модернизированных формах.

В целях создания видимости обоснованности своих религиозных утверждений современные «ученые» богословы облачают их в наукообразную форму, привлекают и используют достижения различных областей науки, в том числе физики и математики.

Одним из документов, характеризующих современное состояние вновь ставшей модной «естественной» религии, является книга профессора «религиозной философии» Гамбургского университета К. Леезе «Право и границы естественной религии», вышедшая в Цюрихе в 1954 г. Главная часть «труда» ученого богослова посвящена, как он пишет, современной разработке проблем «естественной» религии и «откровения» (Offenbarung). Какие же это «проблемы»? Сам автор выдвигает следующие три основных момента: во-первых, понимание мира как воплощения бога; во-вторых, «пафос творческой мысли» бога, создающей все вещи окружающего нас мира; в-третьих, «естественное откровение», т. е. раскрытие и проявление божественной мудрости во всех вещах, явлениях и процессах материального мира¹.

Прежде всего, автор книги заявляет, что существует «религиозная антропология», которая занимается проблемами «божественного» происхождения человека и доказательством врожденного «божественного» чувства — благочестия, заключенного якобы в самой природе человека. Это благочестие выражается в особенности во внутреннем стремлении человека к молитве, стремлении, которое присуще человеку как нечто «эмоциональное, религиозное а priori»². В связи с этим автор, полемизируя с «Фаустом» Гёте, утверждает, что вначале было «не слово и не дело», а «экстатические переживания», определяющие всю человеческую жизнь³. Автор заявляет, что кантовская трансцендентальная теория познания лежит в основе «психологической теории религиозного восприятия»⁴. Слов нет, ни о каком недостатке ученых терминов и понятий здесь не может идти речь — тут и «антропология»

¹ См. К. Leese. Recht und Grenze der natürlichen Religion, Zür., 1954, S. 65—68.

² Там же, стр. 141.

³ Там же, стр. 174.

⁴ Там же, стр. 163.

и а priori, и «экстатические переживания». Но за всей этой псевдоученой «премудростью» скрывается убогое и фальшивое содержание, представляющее собою голое постулирование в духе обычного религиозного догматизма. Что же касается терминологии, то ничего, кроме жонглирования словами, здесь нет — в таком же духе можно использовать и термины, например, медицины или слова китайского языка и обозначить ими те или иные религиозные представления и фантазии. Заметим попутно, что а priori значит «до всякого опыта, до всякого эмпирически-чувственного познания», и, следовательно, религиозные чувства а priori — это логический nonsens, бессмыслица, «жареный лед» или «южно-северный полюс».

Автор весьма подробно рассматривает вопрос о проявлении в природных явлениях божественных сил и божественной мудрости, что является важнейшей стороной всей проповеди «естественной религии». Отметим здесь характерные утверждения о «творческой силе» бога, что у проповедников «естественной религии» облекается в специальную псевдоученную проблему: «проблему творения» (Schöpfungprobleme).

В своем стремлении построить, как говорит автор, современную «естественную религию» и по-новому раскрыть проявление божественной мудрости в явлениях природы, он привлекает диалектику, точнее — диалектическую терминологию. Первый «диалектический» момент заключается, по автору, в следующем: природа скрывает божественную мудрость, а человек открывает ее. Второй момент — это то, что в природе происходит борьба доброго, божественного начала и злого, люциферовского. Затем диалектика проявляется во взаимодействии и связи «полного смысла творения» и «бессмысленного хаоса», предшествовавшего творению. Вся природа, по автору, выступает не как «статическая архитекtonика», а как «динамическая диалектика»¹. И наконец, глубокую диалектику автор видит в том, что само взаимодействие и отношение «естественной религии» и христианства в целом является «диалектическим», ибо оно отражает диалектику «творения и спасения».

Совершенно бесспорно, что все эти спекуляции автора с диалектикой беспредмет-

ны и несостоятельны. Попытка автора дать эффектное диалектическое обрамление своим богословским рассуждениям напоминает попытки средневековой схоластики с помощью «диалектических» рассуждений, pro et contra, qui pro quo и т. п. «обосновать» догматы римско-католической церкви, прикрываясь к тому же именем Аристотеля. Еще Гегель метко назвал эту «диалектику» свиной в золотом ожерелье.

Таков этот «труд» ученого богослова.

Разновидностью современной «естественной религии» является так называемая «космическая религия», занимающаяся вопросами «мировой архитектоники», по которой в строении вселенной человек открывает «бесконечную мудрость бога». Сущность «космической религии» заключается в проповеди веры в «разум природы», божественная мудрость которой находит свое выражение в законах математики, физики и астрономии. В книге профессора Кембриджского университета Г. Ф. Стаута под характерным названием «Бог и природа» говорится о религиозном познании «конституции вселенной», которая определяется «бесконечным, универсальным разумом», т. е. богом, устроившим природу по высшим математическим законам¹. Американский журнал «Philosophy of Science» в статье «Общество, технология и философские размышления» проповедует идеи «космического царства и космического творения», по которым Вселенная устроена высшим и мудрым существом в полном соответствии с физическими и математическими законами. В этих законах и проявляется «истинная, прекрасная, божественная вселенная»².

«Космическая религия» получила свое «теоретическое» обоснование в книге известного фальсификатора науки Ф. Франка «Истина — релятивна или абсолютна?», вышедшей несколько лет тому назад. Во введении к книге Франк ставит весьма откровенную и определенную задачу: «так сформулировать принципы науки, чтобы они были полезны этическому и религиозному учению»³. Франк развивает концепцию «единства» религии и науки. Он использует для этого новейшие

¹ См. G. F. Stout. God and Nature, Cambr., 1952.

² См. «Philosophy of Science», v. 21, 1954, № 4.

³ См. Ph. Frank. Wahrheit—relativ oder absolut? Zür. 1952, S. 12.

¹ См. там же, стр. 267, 354, 364, и др.

достижения науки, извращая их смысл и действительное значение. Франк прямо говорит, что всеобщие принципы науки, физики и математики прежде всего показывают нам, «как бог управляет миром, и поэтому каждый успех науки есть успех в нашем познании управления мира богом»¹. Прежде всего, он ссылается на «объективный характер» чистой науки, законы которой выражают «абсолютные ценности» и имеют вневременный и непреходящий характер. Такое идеалистическое понимание законов науки как априорных, «чистых», т. е. лишенных конкретно-определенного содержания, выступает у Франка в качестве гносеологической предпосылки его мистической фальсификации. Идеальные законы науки являются, по Франку, выражением «разума природы», и мы поэтому получаем достаточные основания для веры в «разум» окружающего нас мира. Эта вера в разум природы и получает у Франка название «космической религии».

«Божественные законы природы просты и изящны», заявляет он, и их «можно выразить простыми формулами»². Он утверждает, иллюстрируя свой тезис, что не только система Коперника является простой по своей схеме, но и ранее все движение планет описывалось как сумма простых кругов. (Последнее как раз неверно, ибо по птолемеевской системе видимое движение планет описывалось сложными и неясными схемами циклов и эпициклов, искусственно создаваемых на основе ложных геоцентрических представлений.) Он говорит, что «космическая религиозность имеет своим основанием существование простых математических законов»³. Эти математические законы лежат в основе всех природных явлений вообще, и именно они открывают нам «математическую мудрость бога».

Франк ссылается на простоту математического выражения закона тяготения Ньютона и теории относительности Эйнштейна, говоря, в частности, что проверка последней во время полного солнечного затмения 19 мая 1919 г. была произведена путем «простых вычислений и на основе простых предпосылок». Все это неверно и является тенденциозным искажением науки. Формула Ньютона

выражает главные закономерности движения материальных тел под влиянием тяготения и является лишь первым приближением в познании сложных и противоречивых свойств поля тяготения и его законов. Более полное и точное выражение этих законов дает общая теория относительности, позволявшая объяснить ряд явлений, остававшихся неясными в старой теории, в том числе так называемый «эффект Эйнштейна» (отклонение луча звезды, проходящего мимо диска Солнца, под влиянием его поля тяготения). Как известно, измерение этого эффекта, впервые произведенное тремя экспедициями во время солнечного затмения 1919 г., дало подтверждение теоретических вычислений Эйнштейна. Но последние основаны на сложнейших математических зависимостях, на применении тензорного анализа, на новых уравнениях движения в гравитационном поле, и непосредственно световое отклонение вычисляется с помощью интегралов дифференциальных уравнений геодезических линий в поле Шварцшильда. Спрашивается, где здесь «простота»? Изучение сложных закономерностей движения тел в поле тяготения, анализ количественных отношений в движении тел требует и соответствующего математического аппарата для правильного выражения этих отношений. Теория относительности лишь показывает, что невозможно изучить и описать указанные явления без применения развитого и весьма сложного математического аппарата, позволяющего наиболее полно и точно выразить закономерности движения тел в поле тяготения. Более того, советские ученые показали, что необходимо учитывать влияние и внешнего электромагнитного поля, например, при написании уравнений движения заряженной материальной точки, что естественно усложняет эти уравнения, но позволяет вернее и точнее отразить реальные закономерности движения тел¹. Таким образом, вопреки голословным утверждениям Франка, современная наука не только не показывает «божественной простоты» законов природы, но, наоборот, говорит о необходимости применения все более сложного выражения закономерностей и взаимосвязей в сложном движении мате-

¹ Там же, стр. 103.

² Там же, стр. 100.

³ Там же, стр. 103.

¹ См., например, работу В. А. Фока. Некоторые применения идей псевдоклидовой геометрии Лобачевского к физике, 1950.

риальных тел. Принципиально то же самое относится и к волновой механике, пользующейся новым и сложным математическим аппаратом для выражения специфических закономерностей движения материальных тел в микромире, что позволило человеку проникнуть в «тайны» внутриатомных отношений, в мир, не доступный старой, классической физике, что еще раз говорит о полной несостоятельности богословских спекуляций на мнимой «простоте» законов природы.

К сожалению, под влиянием идей «космической религии» находятся некоторые ученые, очевидно, привлеченные внешней математической формой, в которую облачают свою проповедь авторы и разносчики модернизированных идей религии. Так, известный английский астроном Милн выпустил в 1952 г. в Оксфорде книгу под названием «Современная космология и христианская идея бога». Он ставит такую «проблему»: не следует ли вернуться к платоновской концепции бога как «великого геометра»? И далее утверждает, что якобы теория относительности, законы тяготения и современная космология, устанавливающая «мировую структуру», раскрывают нам все ту же математическую мудрость бога!¹ Известны высказывания английского физика и астронома Эддингтона о возможности религии для «здорового научного ума» в связи с достижениями квантовой механики, которая якобы «устранила строгую причинность». Следует заметить, что проповедники «космической религии» не прочь использовать имя крупнейшего физика современности для «подкрепления» своих «теорий». Так, Франк сумел снабдить свою книжку предисловием Эйнштейна. Однако в этом предисловии Эйнштейн не высказывает никаких идеалистических взглядов, а, наоборот, говорит об объективности научных законов, хотя и допускает отдельные неточные формулировки.

В связи с выводами теории относительности и некоторыми космогоническими гипотезами в последние десятилетия получили широкое распространение богословские спекуляции относительно «конца» и «начала» мира. Суть их состоит в том, что богословские выводы представляются как якобы результаты современных научных теорий. По-

лучается, будто современная наука подтверждает и обосновывает религиозные представления о начале и конце мира. Именно такую задачу перед современной наукой поставил Пий XII в своем выступлении в Папской Академии в 1951 г. Во время Международного астрономического конгресса в Риме в 1952 г. папа специально созвал участников конгресса из капиталистических стран и призвал их к научным наблюдениям за «распадом вселенной и гибелью мира», т. е. оправдать религиозные откровения с помощью новейших научных изысканий. Объективно эту роль выполняют известные теории «разлетающейся вселенной», «расширяющегося мира», «непрерывного создания материи» и многие другие, которые усиленно пропагандируются как «учеными» богословами, так и многими физиками и математиками, некритически относящимися к философским основам науки. Таким образом, здесь вся мудрость сводится к тому, чтобы создать такой мир, который способен просуществовать весьма короткое время и неизбежно должен вскоре погибнуть. Вряд ли, разумеется, такая «способность» бога делает ему высокую честь даже с точки зрения самой религии. Что же касается научной оценки всех подобных рассуждений о «конце мира», то прежде всего они противоречат важнейшему закону природы — закону сохранения и превращения материи и движения, получившему многократное подтверждение в человеческой практике. Речь может идти лишь о возникновении и разрушении отдельных небесных тел, отдельных планетных систем, отдельных галактик с десятками миллиардов звезд, но отнюдь не о всем мире в целом, не о всей бесконечной вселенной, охватывающей бесконечное количество звезд, планет, галактик и существующей вечно в непрерывном движении и непрерывных превращениях.

В этом отношении большое значение имеют новейшие достижения современной звездной космогонии, в особенности результаты, полученные советскими учеными. Работы В. А. Амбарцумяна, В. Г. Фесенкова, Г. А. Шайна, Д. А. Рожковского и других советских ученых показали, что возникновение различных небесных тел: звезд и звездных ассоциаций, планет и их спутников, комет, астероидов и т. д., происходит в процессе вечного и непрерывного кругооборота из межзвездной материи, которая в свою очередь

¹ См. E. A. Milne, *Modern Cosmology and the Christian Idea of God*, Oxf., 1952.

образуется в результате эволюции и внутренних процессов, происходящих в недрах звезд, часто приводящих не только к выбрасыванию в мировое пространство громадных облаков межзвездной материи, но и к прямому разрушению и распаду небесных тел в пространстве.

Проповедь «естественной религии» в корне противоречит действительно научному познанию мира. В этом заключается ее реакционность, ее враждебность человеческому разуму.

В современную эпоху величайших научных открытий и достижений религия не может пройти мимо науки, не может игнорировать ее роль в жизни общества и ее могучее воздействие на сознание людей. Поэтому она стремится использовать науку в своих целях, создать видимость «гармонии» между ними и таким путем сохранить и поддержать свое влияние на народные массы. Вместе с тем религия оказывает развращающее влияние на мировоззрение отдельных ученых капиталистических стран, она стремится предстать перед ними в новых, утонченных формах, чтобы быть благосклонно ими принятой. Именно к числу таких форм и относится проповедь «естественной религии» со всеми ее псевдоучеными атрибутами и аксессуарами.

Мы не должны забывать ленинского предупреждения о том, что современный фидеизм «стоит во всеоружии, располагает громадными организациями и продолжает неуклонно воздействовать на массы, обращая на пользу себе малейшее шатание философской мысли»¹. В настоящее время религия и религиозные организации получают широкую поддержку со стороны мощных монопольных союзов. В странах капитала существует громадное количество религиозных

и религиозно-философских обществ, многочисленные религиозные академии, институты и богословские факультеты, например, Папская Академия наук в Ватикане, Академия Св. Фомы в США, Институт средневековых исследований в Канаде и многие другие; издается громадное количество богословских трактатов, «исследований», монографий, широко рекламируются религиозно-философские журналы и т. п. Всеми этими институтами и изданиями распространяются самые различные формы и виды религиозной идеологии — от прямых и откровенных библейских утверждений до самых запутанных и утонченных форм «естественной» или «космической» и даже «математической» религии.

Но всегда за всеми и всевозможными формами религии скрывается ее полная противоположность науке и научному, материалистическому мировоззрению. Эта противоположность вытекает из самого содержания науки и религии, из их внутренней сущности, из самой их объективной природы. Наука является объективно-верным отражением законов развития материального мира, религия же — ложным, извращенным отражением в сознании человека явлений природы и общественной жизни, в том числе и самой человеческой сущности.

Коренная противоположность науки и религии сохраняет свою силу по отношению ко всем видам и формам религиозного мировоззрения, являющегося антинаучным от начала до конца, совершенно независимо от его внешнего выражения. Ленин говорил, что одна форма религии примерно так же отличается от другой, как синий черт отличается от черта желтого. В настоящее время перед наукой, перед всеми учеными всех стран стоит очень важная задача разоблачения реакционной сущности всех и всяческих форм и разновидностей религиозной идеологии.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 343.



СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

ПРОБЛЕМА ПРОИСХОЖДЕНИЯ ЖИЗНИ НА ЗЕМЛЕ

МЕЖДУНАРОДНЫЙ СИМПОЗИУМ В МОСКВЕ

А. С. Кривиский
Кандидат биологических наук (Москва)



В соответствии с пожеланием генеральной ассамблеи Международного биохимического союза, Академией Наук СССР совместно с этим союзом был в августе 1957 г. организован в Москве Международный симпозиум, в работе которого приняли участие ведущие ученые—астрономы, физики, геологи, химики и биологи из более чем 15 стран мира. В течение 5 дней на Симпозиуме обсуждались вопросы, связанные с изучением основной и важнейшей проблемы естествознания—проблемы возникновения первых живых существ на Земле. Вопросы эти касались первичного образования простейших органических веществ, их превращения, возникновения белков, ферментов и нуклеопротеидов, возникновения структуры и обмена веществ, эволюции обмена.

ПЕРВИЧНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ НА ЗЕМЛЕ ПРОСТЕЙШИХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Чтобы понять, каким образом на Земле могли образоваться простейшие органические вещества, на основе которых возникла жизнь, необходимо иметь ясное представление о первичном состоянии нашей планеты и тех химических процессах, которые имели место при ее формировании. После вступительных слов А. И. Опарина (СССР) и председателя Международного биохимического союза М. Флоркена (Бельгия) эти вопросы

были обсуждены в ряде докладов и сообщений.

В оглашенном на первом заседании докладе В. Г. Фесенкова (СССР) были изложены взгляды автора на физическое состояние Земли в самые ранние эпохи после ее образования. Современная Земля, по мнению автора, образовалась из массивного газопылевого сгущения, которое потеряло в дальнейшем значительную часть первоначальной массы. Таким образом, Земля представляет собой лишь ядро этого первоначального протопланетного сгущения, состоящее из более тяжелых элементов и их соединений с кислородом. Целиком была потеряна первичная атмосфера Земли, и современная газовая оболочка представляет собой вторичное явление. В процессе сжатия газопылевого сгущения Земля сильно разогревалась вследствие выделения гравитационной энергии. Для возникновения жизни требуется не только наличие достаточной солнечной радиации, водной среды, но и обилие всевозможных химических элементов, способных вступать в многообразные соединения. Существенным условием для этого является поверхность планеты, покрытой континентами и океанами, на которой в течение миллиардов лет мог происходить процесс обогащения воды океанов продуктами размыва континентов.

В противоположность В. Г. Фесенкову, Б. Ю. Левин (СССР) в сообщении «Формиро-

вание Земли из холодного вещества и проблема образования простейших органических соединений» исходил из теории О. Ю. Шмидта, согласно которой Земля образовалась путем постепенной аккумуляции пылевой компоненты протопланетного облака, протекавшей при низкой температуре. Таким образом, органические соединения, присутствовавшие в допланетном облаке, имели полную возможность попасть на Землю и проникнуть во всю толщу ее вещества. По мнению Б. Ю. Левина, современные органические вещества на Земле являются прямыми «потомками» органических соединений из протопланетного облака. Выделение из недр газов и паров, приведшее к образованию гидросферы и атмосферы, сопровождалось выносом органических соединений, которые претерпевали при этом дальнейшие изменения.

Проблеме происхождения атмосферы нашей планеты был посвящен доклад лауреата Нобелевской премии Г. Юри (США) «Первичная атмосфера планет и происхождение жизни», прочитанный С. Миллером (США), и сообщение В. А. Соколова (СССР) «Эволюция атмосферы Земли». Г. Юри также склоняется к предположению, что температура Земли в процессе ее формирования была низкой. Автор представляет себе эволюцию атмосферы нашей планеты следующим образом: молекулярный водород, образовавшийся при взаимодействии железа и воды, быстро улетучивался. Быстро разлагались метан и аммиак, но растворимые в воде соединения углерода накапливались в океане. Летучие соединения водорода CH_4 , C_2H_2 , оставаясь в атмосфере, разлагались светом. Быстрое улетучивание водорода приостановилось только после появления кислорода. Подробно рассмотрев условия образования и эволюции атмосферы также и на поверхности Венеры и Марса, Г. Юри приходит к выводу, что все три планеты формировались, имея на своей поверхности определенное количество воды, и что температуры на этих планетах не исключают возможности жизни на них. Рассматривая историю земной атмосферы, В. А. Соколов подразделил ее на 1) стадию газо-пылевого облака и образования Земли как сгущения в этом облаке — атмосфера содержала водород и гелий; 2) стадию разогрева Земли, при которой происходило выделение в атмосферу различных газов и создавалась восстановительная

обстановка; 3) стадию постепенного охлаждения — накапливались CO_2 и N_2 и появлялся в небольшой концентрации O_2 и 4) биогенную стадию, при которой, в результате появления растительных организмов, началось биохимическое поглощение CO_2 из атмосферы и выделение O_2 .

Общая картина процесса зарождения жизни была представлена в докладе Дж. Бернала (Великобритания) «Проблема стадий в биопоэзе». Докладчик различает семь таких стадий. На первой и второй происходит образование и концентрация простых молекул. На третьей стадии, вследствие полимеризации этих молекул, возникают коацерватные капли. Четвертая (наиболее гипотетическая) — стадия возникновения нуклеопротеидов, подобных вирусам, еще не способных к самостоятельному обмену, но уже способных к точному воспроизведению своих структур. На пятой стадии образуются липопротеиновые мембраны, в результате чего становится возможным возникновение первичных клеток типа современных бактерий, отграниченных от окружающей среды мембранами (шестая стадия). Седьмая стадия связана с появлением содержащей ядро клетки простейших. На этой основе и начинается дальнейшее развитие растений и животных.

В сообщении «Химическое многообразие и проблема происхождения жизни» Н. Пири (Великобритания) указал на ряд пока еще не разрешенных трудностей, связанных как с различными теориями («холодного» или «горячего») происхождения Земли, так и с самим определением жизни. По мнению Н. Пири, даже для современных организмов и систем невозможно провести строгое разделение на живое и неживое.

Нельзя не отметить, что многие положения, приведенные в сообщении Н. Пири, несколько спорны; спорно и высказанное им мнение, что большая часть эволюции сопровождается скорее избирательной потерей, чем приобретением свойств. Отсюда автор делает заключение, что современные организмы происходят от одного или нескольких сверхорганизмов с более широкими возможностями, чем те, которые встречаются теперь.

Уже со времен Л. Пастёра было известно, что протоплазма образует и накапливает только один из антиподов асимметрических молекул; так, например, в белках организмов имеются только l-, но не d-формы аминок-

кислот. Долгое время считалось, что способность к такому асимметрическому синтезу — характерное свойство живого, так как при химических синтезах обычно образуются оба оптические изомера. Для проблемы возникновения жизни важно установить, каким же образом впервые могла возникнуть способность к синтезу только одного антипода. В связи с этим серьезное значение имеют доказательства возможности получения оптически деятельных продуктов лабораторным путем. Обзору этих данных были посвящены сообщения А. П. Терентьева и Е. И. Клабуновского (СССР) «Роль диссимметрии в возникновении жизни» и Е. И. Клабуновского (СССР) «Абсолютный асимметрический катализ». Авторы показали, что асимметрия органических веществ может возникнуть под влиянием физических факторов — циркулярно поляризованного света или адсорбции на диссимметрической решетке кристаллов. Возможно также и спонтанное возникновение оптически активных соединений, без участия асимметрических вспомогательных веществ. Эти факты имеют большое значение для понимания процессов, ведущих к возникновению первичного диссимметрического живого вещества, они позволили окончательно отвергнуть понятие о «жизненной силе», которое дольше всего удерживалось именно в учении об асимметрическом синтезе.

В прениях по докладам, посвященным проблеме первичного образования на Земле простейших органических веществ, много внимания было уделено вопросам происхождения Земли и ее атмосферы, возможности жизни на других планетах, определению понятия жизни. Большой интерес вызвало выступление Н. Горовица (США) по вопросу о свойствах живых систем. Обсуждая различные определения жизни, оратор приходит к заключению, что все они не вполне удовлетворительны. Исходя из последних работ, показавших, что воспроизведение дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), по-видимому, возможно в простых системах, Н. Горовиц ставит вопрос: не могла ли молекула нуклеиновой кислоты быть первой живой молекулой на нашей планете? Тогда можно думать, что жизнь возникла в виде индивидуальных молекул в многомoleкулярном окружении. По этому поводу А. И. Опарин привел ряд соображений в пользу того, что

жизнь возникла не в форме отдельных живых молекул, а в виде комплексных многомoleкулярных систем.

ПРЕВРАЩЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ НА ЗЕМЛЕ

Этой проблеме был посвящен ряд чрезвычайно интересных докладов. Исходя из предположения А. И. Опарина, что Земля на ранних стадиях своего развития имела восстановительную атмосферу, содержащую метан, аммиак, воду и водород, и что в этих условиях могли образоваться органические соединения, С. Миллер (США) попытался путем эксперимента подтвердить такую возможность: через специально сконструированный для этой цели прибор, в котором находилась смесь метана, аммиака, водорода и паров воды, пропускался электрический разряд — в результате, действительно, образовывались аминокислоты, окси- и алифатические кислоты. Доклад С. Миллера «Образование органических соединений на первичной Земле» вызвал глубокий интерес. Эти опыты при несколько ином составе газовой смеси были воспроизведены Т. Е. Павловской и А. Г. Пасынским (СССР). Кроме того, этим исследователям удалось получить аминокислоты также при действии ультрафиолетовых лучей на раствор смеси таких простых соединений, как формальдегид и хлористый или азотнокислый аммоний. Результаты этих работ были обобщены на симпозиуме в докладе «Первичное образование аминокислот в ультрафиолетовых лучах и в электрическом разряде». Доказательство возможности фотосинтеза альдегидов и аминокислот при освещении коротковолновыми ультрафиолетовыми лучами метана и аммиака было представлено и в докладе А. Н. Теренина (СССР) «Фотосинтез в коротком ультрафиолете».

Все эти весьма демонстративные опыты служат серьезным подтверждением теории А. И. Опарина и показывают, что если на первых этапах образования наша планета действительно имела восстановительную атмосферу, то в первородном океане под влиянием ультрафиолетового излучения Солнца и электрических разрядов атмосферы могли образовываться и накапливаться аминокислоты, представляющие собой исходный материал для возникновения белков — основного субстрата жизни. А. Е. Браунштейн (СССР) привел некоторые соображения

о возможных путях образования высших аминокислот, обладавших сложными белковыми цепями в добиологическую эру. Не допуская возможности образования сложных аминокислот под влиянием одного лишь ультрафиолетового облучения, докладчик подробно разобрал другой механизм абиогенного синтеза, связанный с неферментативными реакциями конденсации.

Последним в этой серии было заслушано сообщение Р. Л. Берг (СССР) «О некоторых условиях появления жизни на Земле». Обсуждая две концепции зарождения жизни, из которых одна связывает колыбель жизни с океаном, а другая — с сушей, докладчик приходит к выводу о полноте биопоза и считает, что не только в океане, но и в защищенных от излучений укрытиях твердых пород могли возникнуть зародыши жизни.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ БЕЛКОВ, ФЕРМЕНТОВ И НУКЛЕОПРОТЕИДОВ

Группа выступлений, посвященных этой проблеме, открылась докладом Ш. Акабори (Япония) «Возникновение предбелков». Еще в 1955 г. этот исследователь высказал предположение, что предбелки (сложные высокомолекулярные полимеры аминокислот, сходные по своему полипептидному строению с белками) могли синтезироваться в три стадии: 1) путем образования аминокетонитрила из формальдегида, аммиака и цианистого водорода; 2) полимеризации этого соединения на твердой поверхности, сопровождающейся гидролизом до полиглицина и аммиака и 3) введения в полиглицин боковых цепей путем взаимодействия с альдегидом или с ненасыщенными углеводородами. Таким образом, согласно Ш. Акабори, в первичной атмосфере полимеризации подвергались не сами аминокислоты (что вряд ли возможно в водных растворах, так как для этого процесса требуется свободная энергия), а промежуточные продукты реакций, и полиглицин образовывался не из гликокола, а из аминокетонитрила. Гипотеза Ш. Акабори оправдалась — им были получены полипептиды гликокола, а также полипептиды, включающие серин и треонин. Ш. Акабори считает, что его гипотеза может объяснить эволюцию белковых молекул от полиглицина к более сложным белкам путем постепенного введения боковых цепей.

Вопросу о возможных путях перехода от

уже существовавшего в абиотические периоды неспецифического катализа к специфическому — ферментативному был посвящен доклад О. Гоффманн-Остенгофа (Австрия) «Происхождение ферментов». По мнению докладчика, современные ферменты живых организмов можно рассматривать как результат развития исходных катализаторов, появившихся в периоды, предшествовавшие возникновению жизни. Ферменты возникли в тот период, когда произошло соединение первичных катализаторов — водородных и гидроксильных ионов, ионов металлов, низкомолекулярных органических соединений с белками или их предшественниками. В докладе М. Кальвина (США) рассматривалась проблема эволюции химических соединений, происходившей в период после образования Земли и до начала биологической эволюции. За этот период, охватывающий около двух миллиардов лет, под влиянием физических агентов, накапливались сложные органические соединения, из которых многие обладали некоторыми признаками, характерными для живых систем. Но только в том случае, если все такие признаки, как рост, размножение, раздражимость, явление аутокатализа, означающее в эволюции способность к изменчивости с отбором, объединены в одной системе, ее можно назвать живой. Докладчик подчеркивает, что такое накопление и развитие ряда признаков в отдельной системе не могло произойти внезапно, и сначала, вероятно, осуществлялось накопление каждого из этих свойств. Примером такого рода систем, обладающих некоторыми, но не всеми чертами живых организмов, могут служить современные вирусы. Применяя к химической системе принцип изменчивости и отбора, докладчик пытается нарисовать картину, каким путем эволюция веществ шла в направлении образования таких соединений, которые мы встречаем теперь в живых системах. Решающими факторами в этом процессе была стабильность соединений и то, что они служили катализаторами для своего собственного образования.

Чтобы понять сущность и происхождение жизни, необходимо знать, каким путем молекулы становятся способными воспроизводиться, и какие силы участвуют в этом процессе. Обсуждению этой центральной проблемы биологии был посвящен доклад лауреата Нобелевской премии Л. Полинга

(США) «О природе сил, действующих в процессе биологического воспроизведения». В докладе было показано, каким образом в потомстве возникают структуры, идентичные структурам родителей. Л. Полинг подчеркивает, что процесс дупликации (воспроизведения) молекул осуществляется не только интратриатомными силами (образование химических связей), но также и слабыми силами Ван-дер-Ваальса, электростатическими силами притяжения между группами, обладающими различным зарядом, образованием водородных связей. Все эти силы действуют между молекулами, отличающимися комплементарным (взаимно дополняющим) строением. Согласно гипотезе Л. Полинга и М. Дельбрюка, процесс дупликации состоит из двух стадий: молекула А является моделью, или матрицей, для синтеза дополнительной молекулы A^1 , а последняя, в свою очередь, представляет собой матрицу для синтеза своего дополнения — молекулы А. В отношении процесса дупликации биологических структур, ответственных за передачу наследственных свойств, гипотеза Полинга и Дельбрюка получила серьезное подтверждение в известных работах Д. Ватсона и Ф. Крика¹ о строении и механизме воспроизведения дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), определяющей, согласно современным воззрениям, генетическую специфичность организмов. Л. Полинг подробно описывает предполагаемую схему синтеза белковых компонентов генной молекулой ДНК, возможные «ошибки» этого синтеза, проявляющиеся в форме мутаций, и приводит интересные примеры предполагаемого влияния таких «ошибок» на свойства и эволюцию организмов. Близкие вопросы были затронуты и в сообщении С. Фокса (США) «Химическая сущность воспроизведения». Лауреат Нобелевской премии Р. Синг (Великобритания) в своем сообщении «Распространение аминокислот в природе» остановился на причинах поразительной однородности аминокислот у различных организмов. На основе представленных данных докладчик высказывает мысль, что химическая эволюция белка имела место главным образом в далеком прошлом и с того времени выжили лишь организмы, которые достигли стандарт-

ного химического строения. В сообщении К. Феликса (ФРГ) «Непрерывность белков» были затронуты вопросы связи между химическим и антигенным строением белков и наследственной основой организма.

При решении вопроса о свойствах первичных форм жизни важно выяснить, возможен ли обмен веществ у простых белков, или для его осуществления необходимо более сложное строение материи. О результатах своих опытов сообщили А. С. Коникова и М. Г. Крицман (СССР). Используя метод радиоактивной метки свободных аминокислот, авторы считают, что им удалось доказать переход таких аминокислот из окружающей среды в изолированные белки крови и печени и некоторые ферменты.

Как указывалось выше, за последние годы ведущее значение в определении наследственных свойств организмов и регулировании обменных процессов придается нуклеиновым кислотам, входящим, наряду с белками, во все живые системы. Отсюда понятно, почему на Симпозиуме по происхождению жизни биологической роли нуклеиновых кислот было отведено целое заседание. Э. Чаргафф (США), в предварительном представленном на Симпозиум докладе «Нуклеиновые кислоты как носители биологической информации», дал общий очерк химической сущности биологической информации, осуществляемой нуклеиновыми кислотами (ДНК и РНК). Э. Чаргафф подчеркивает, что в последнее время накапливаются данные о том, что находящимся в живых системах нуклеиновым кислотам свойственна способность самовоспроизводиться, синтезируя свою копию из набора простых строительных материалов, а также способность приобретать новые химические конфигурации без потери способности к самовоспроизведению. Поскольку эти два свойства характерны для живых систем, автор считает не обосновательным предположение, что самой первой «живой» молекулой могла быть простая нуклеиновая кислота, возможно, защищенная связанным с ней «простым белком». Признавая большое значение нуклеиновых кислот в процессах воспроизведения, докладчик, вместе с тем, предостерегает от постулирования иерархии составных частей клетки и считает преждевременным делать какие-либо построения относительно «прародительской» роли нуклеиновых кислот. В доложенном на

¹ См. I. D. Watson and F. H. C. Crick. «Nature», v. 171, 1953, p. 737; № 4361, pp. 964—967.

Симпозиуме сообщении Э. Чаргафф рассказ о проводимых в его лаборатории новых работах по изучению роли нуклеиновых кислот в определении наследственных свойств. Особенно интересны опыты по усилению процесса трансформации бактерий путем введения ДНК штамма-донора в протопласты ¹ штамма-реципиента.

Убедительные данные о биологической роли нуклеиновых кислот были опубликованы в предварительно представленном на Симпозиум докладе Г. Френкель-Конрата, Б. Сингера и Р. Вильямса (США). Прежде всего было показано, что одна лишь фракция РНК вируса табачной мозаики обладает вирусной активностью, т. е. способна при заражении ею растений табака вызывать образование целостных частиц вируса, состоящих из специфического белка и нуклеиновой кислоты. Чтобы изучить роль обоих компонентов в определении наследственных свойств, авторы «упаковывали» нуклеиновые кислоты одного штамма вируса в белковую оболочку другого штамма, причем оба штамма отличались один от другого по разным признакам. В результате получался искусственный гибрид вируса, который в антигенном отношении походил на штамм-донор белка ², но при заражении листьев табака давал потомство, полностью обладавшее свойствами штамма-донора нуклеиновой кислоты. Таким образом, и эти опыты подтвердили, что полноценный генетический детерминант представляет собой одна лишь нуклеиновая кислота. Более подробное изучение, однако, обнаружило, что белковый компонент вирусной частицы может, по-видимому, тоже в некоторой мере влиять на процесс воспроизведения вируса и определять его наследственные свойства. В устном сообщении, доложенном Г. Френкель-Конратом совместно с Б. Сингер, «Инфекционная нуклеиновая кислота вируса табачной мозаики» было кратко обрисовано состояние и перспективы ведущихся в настоящее время в его лаборатории экспериментальных работ, касающихся изучения свойств препаратов РНК и влия-

ния химических изменений на ее биологическую активность.

Лауреат Нобелевской премии В. Стэнли (США) выступил с докладом на тему «Природа вирусов, генов и жизни». Научные открытия в области вирусологии — говорит В. Стэнли — по-новому осветили природу вирусов, генов и живой материи, показав, что между этими тремя категориями существуют определенные взаимосвязи. Определение понятия «жизнь» чрезвычайно усложнилось. До открытия вирусов мы могли считать, что жизнь, или живые агенты, представлены структурами, обладающими способностью к размножению, мутированию и имеющие размеры около 200 мμ и выше, т. е. в 10 раз более крупные, чем наибольшие из известных молекул. Докладчик подчеркивает, что открытие вирусов, из которых некоторые представляют собой кристаллизующиеся молекулы, по размерам меньшие, чем белковые, заставило по-новому представлять себе сущность жизни, поскольку эти агенты, независимо от сложности организации, также наделены способностью воссоздавать свою собственную характерную структуру внутри клетки-хозяина. Вирусы, таким образом, обладают основным свойством, которое мы связываем с жизнью, — способностью к репродукции и созданию специфической упорядоченности из беспорядка. В процессе воссоздания структур природа допускает ошибки и приблизительно одна из миллиона реплик несколько отличается от остальных. Это изменение называется мутацией, и поскольку такие ошибки или различия накапливаются реплицирующимися структурами, возникает необходимость их узнавать. Мы называем такие различия, или метки, генами, которые мы опознаем не непосредственно, а только по вызываемым ими изменениям. Какова же связь между генами и вирусами? Величина гена близка к величине вирусной частицы; оба агента — нуклеопротеиды, оба репродуцируются только внутри живых клеток, оба обладают способностью к мутированию. В. Стэнли отмечает, что за последние годы сделано три больших открытия, свидетельствующих о чрезвычайно интимной взаимосвязи между генами и вирусами. Это 1) трансформация свойств бактерий путем переноса ДНК одного типа бактерий в другой; 2) раскрытие сущности лизогении, показавшее, что бак-

¹ Бактериальными протопластами называют жизнеспособные бактериальные клетки, искусственно лишенные клеточной оболочки.

² Антигенные свойства определяются белковым компонентом вирусной частицы.

териофаг в лизогенной бактерии ведет себя как наследственный фактор и 3) обнаружение феномена трансдукции — передачи наследственных свойств от одной бактерии другой при помощи бактериофага. Все это показывает, по мнению В. Стэнли, что вирусы, гены и жизнь тесно связаны между собой. В определенных условиях вирус может действовать как ген, а ген как вирус. Действующим началом во всех вышеописанных процессах является ДНК, а замечательные открытия Френкель-Конрата, а также Гирера и Шрамма¹ показывают, что активностью цельной вирусной частицы обладает одна лишь РНК вируса табачной мозаики. Это позволяет рассматривать вирус, гены и живую материю с точки зрения структуры нуклеиновых кислот. Таким образом, заключает докладчик, выяснение структуры нуклеиновых кислот — наиболее важная проблема сегодняшнего дня, проблема более важная, чем любая из проблем, связанных с изучением структуры атома, так как в структуре нуклеиновых кислот мы имеем дело с самой жизнью.

Г. Шрамм (ФРГ) в своем докладе также указал на значение исследования вирусов для познания процессов биологического воспроизведения. По его мнению, вирусы не предшественники живых организмов, так как для их размножения необходимы живые клетки с чрезвычайно сложным ферментативным аппаратом. А. Н. Белозерский (СССР) приводит обширные экспериментальные материалы, свидетельствующие о видовой специфичности ДНК — каждому виду бактерий присуща своя ДНК, характеризующаяся особым нуклеотидным составом. А. Вакер (ФРГ) сообщил о своих опытах по изменению химического состава ДНК бактерий. В некоторых случаях оказалось, что сильное изменение свойств ДНК не отражалось на свойствах самих бактерий. М. Грюнберг-Монаго (Франция) в сообщении «Синтез нуклеотидов ферментативной системой, выделенной из дрожжей» доложила о своих интересных опытах по синтезу в лабораторных условиях продуктов деградации нуклеиновых кислот при помощи фермента полинуклеотид фосфорилазы.

ВОЗНИКНОВЕНИЕ СТРУКТУРЫ И ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

Дж. Бернал (Великобритания) в докладе «Градации структурных единиц при биопоэзе» дал очерк строения и возможных взаимоотношений частиц, обнаруживаемых в современных биологических структурах, и наметил пути постепенного образования из более простых структур, начиная от атомного уровня, сложных организаций клеточного типа. Докладчик выдвигает следующее основное положение: вероятность образования структуры высшей сложности из ее элементов возрастает, а число возможных путей ее формирования уменьшается, если изучаемые структуры могут быть разложены на конечный ряд субструктур, последовательно включенных одни в другие. На многочисленных примерах Дж. Бернал показывает, что каждый тип структуры отвечает определенному и ограниченному диапазону абсолютных размеров и форм, на каждом уровне законы ассоциации таких единиц качественно различны.

В докладе Н. М. Сисакяна (СССР) «Роль структурных элементов в биохимической функции клетки» были рассмотрены некоторые черты единства и различий, намечающихся в отношении химического состава и биохимической функции отдельных структур растительных и животных клеток. Докладчик экспериментально показал, что у различных структур, а также у одних и тех же структур при разных условиях развития организма обнаруживаются различия в химическом составе и ферментативной активности. Вместе с тем, у структур различного происхождения наблюдается и много общих черт, особенно в отношении качественного аминокислотного состава. Н. М. Сисакян приходит к выводу, что ферментативная активность зависит не только от структурной организации, но и от условий среды, под влиянием которой происходит формирование этих структур.

В интересном докладе И. Пригожина (Бельгия) общие закономерности эволюции были проанализированы с позиций термодинамики необратимых процессов. Докладчик показал, что образование комплексных сложных структур вполне укладывается в возможный с точки зрения термодинамических состояний эволюционный процесс. В сообщении А. И. Огарина (СССР) «Биохимиче-

¹ См. A. Gierer und G. Schramm. «Zeitschrift für Naturforschung», Bd. 11b, 1956, S. 138—142.

ские процессы в простейших структурах» были приведены экспериментальные данные по искусственному включению в коацерватные капли ферментов, катализирующих превращение находящихся в каплях веществ. По специальной методике в коацерватные капли включали ферменты α - и β -амилазу и бактериальные лизаты, обладающие каталитической активностью. Оказалось, что ферменты и в этих условиях продолжают проявлять каталитическую активность. Эти опыты доказывают, что даже такая биологически примитивная структура, как коацерватная капля, оказывает большое влияние на течение отдельных ферментативных реакций. В другой серии опытов изучалась ферментативная активность у фрагментов бактериальных клеток коацерватного типа — протопластов с большей или меньшей степенью разрушения клеточной структуры. В этих опытах удалось обнаружить порог сохранения «структуры», ниже которого наступает резкое торможение дыхания и синтеза белка, что ясно показывает роль координирующего действия клеточной структуры. Эти опыты представляют значительный интерес в связи с теорией А. И. Опарина о значении коацерватных капель в возникновении организации, обладающей свойствами живого.

Вопросы механизма образования специфических ферментных белков были обсуждены в сообщении Ф. Штрауба (Венгрия), который, в отличие от Хесина, показал, что образование белка-предшественника амилазы происходит только в неразрушенной клетке, а превращение его в фермент амилазу может протекать и в бесклеточной системе. А. Г. Пасынский (СССР) представил материалы о проведенных им совместно с В. П. Блохиной опытах по ферментативным реакциям в так называемых стационарных открытых системах. Опыты эти в известной мере являются модельными для изучения тех этапов развития еще неживой материи, которые должны были характеризоваться реакциями именно в открытых системах.

За счет постоянного обмена со средой в такой системе может установиться стационарное состояние. Достигнув стационарного состояния постановкой опытов в проточных условиях, авторы показали, что в этом случае даже простейшая ферментативная реакция (окисление аскорбиновой кислоты в присутствии пероксидазы) проявляет основные

признаки реакций в открытых системах.

На пути возникновения многомолекулярных белковых систем, характерных для живого, первым этапом могло явиться образование комплексов разной степени сложности, состоящих из первичных белков и разнообразных групп небелковых соединений, которые, в сочетании с белком, приобретали способность к разнообразным превращениям. В процессе дальнейшего эволюционного развития у этих комплексов возникали те специфические функции, которые коренным образом отличают их от входящих в их состав соединений. Попытка экспериментального подтверждения этих представлений была сделана Г. А. Дебориным (СССР) и сотрудниками, изучавшими взаимодействия некоторых белков с веществами липоидного характера и нуклеиновыми кислотами. Действительно, удалось показать, что между искусственно полученными белково-липидными комплексами и липопротеидами, выделяемыми из организмов, существует определенное сходство. Комплексообразование ферментных белков с липидными веществами повышало ферментативную активность комплекса, глубину гидролиза субстрата и скорость протеолиза. После предварительной инкубации субстрата с нуклеиновой кислотой протеолиз замедлялся и глубина его снижалась. Инкубация самого фермента с нуклеиновой кислотой практически не сказывалась на кинетике протеолиза. Таким образом, эти опыты показывают, что ферментативные процессы, происходящие вне живого организма, зависят от присутствия в реакционной смеси небольших количеств липоидов и нуклеиновых кислот, взаимодействующих с белками. Докладчик считает, что и в естественных условиях процессы комплексообразования типа вышеописанных могли привести к возникновению огромного многообразия соединений и химических процессов, которые при дальнейшей эволюции дали начало разным протеидам, обладающим различными биохимическими функциями, и привели к возникновению всего набора ферментативных реакций, необходимых для поддержания жизнедеятельности.

В сообщении «Клеточная структура и синтез белков» Р. Б. Хесин (СССР) поделился результатами своих опытов по изучению возможности синтеза белков в искусственно разрушенных клетках. Выделив путем цен-

трифугирования из ткани поджелудочной железы голубей и регенерирующей печени крыс цитоплазматические гранулы, автор показал, что при инкубации суспензии этих гранул в среде, содержащей глюкозу, аденозинтрифосфат, цитохром С и субстрат для дыхания в аэробных условиях в присутствии набора аминокислот, происходит синтез амилазы. Была отдельно изучена активность различных цитоплазматических гранул — митохондрий, микросом — и промежуточных гранул, названных «легкими большими гранулами». Оказалось, что последние способны синтезировать амилазу, если они находятся в среде, в которой предварительно инкубировали митохондрии. Таким образом, митохондрии образуют какие-то вещества, необходимые «легким большим гранулам» для синтеза белков. Возникает вопрос, какие химические компоненты цитоплазматических гранул непосредственно необходимы для осуществления синтеза белка? Р. Б. Хесин провел специальные опыты, в которых «легкие большие гранулы» регенерирующей печени крыс разрушали ацетоном или этиловым спиртом. После удаления липоидов такие препараты практически содержали белок и РНК. Оказалось, что разрушение структуры гранул не лишало их способности в соответствующей среде синтезировать белок. Предварительные опыты показали, что при инкубации изолированных клеточных ядер также происходил синтез белков из аминокислот. Общий вывод докладчика: «синтез белков катализируется непосредственно химической системой, являющейся комплексом белка и нуклеиновой кислоты, причем эта система может быть морфологически не оформлена. Структура клетки на данном этапе эволюции жизни необходима только для создания условий, обеспечивающих возможность синтеза белков нуклеопротеидами, т. е. прежде всего для снабжения последних энергией и материалами, необходимыми для синтетических процессов».

ЭВОЛЮЦИЯ ОБМЕНА ВЕЩЕСТВ

По этой проблеме также было заслушано много докладов и сообщений. Председатель Международного биохимического союза М. Флоркен (Бельгия) сделал большой доклад на тему «Распространение биосферы и биохимическая эволюция». Исходя из положения, что накопление материалов по био-

химической эволюции может способствовать познанию тех способов и путей, по которым распространялась биосфера, докладчик проследил на различных систематических группах животных эволюцию отдельных веществ — гемоглобина, ферментов и т. д. и целых биохимических систем. В докладе были подробно рассмотрены различные типы эволюции биохимических систем. Все они приводили к дальнейшему распространению биосферы. Доклад «О некоторых вероятных путях эволюции в мире микроорганизмов» был представлен В. Н. Шапошниковым (СССР). В нем рассмотрены с позиций эволюции и усложнения функций некоторые превращения соединений углерода, осуществляемые микроорганизмами. Наиболее примитивный обмен — фотоассимиляция углерода угольной кислоты в условиях анаэробно-пурпурными и зелеными серобактериями. От этого типа автотрофного обмена легко перекинуть мостик к типичному гетеротрофному через «гетеротрофную ассимиляцию» несеропурпурных микроорганизмов, развивающихся на свету за счет ассимиляции органических веществ. В. Н. Шапошников приводит результаты собственных опытов, показывающих, что такие типичные фотоавтотрофы, как пурпурная серобактерия *Chromatium rinosum*, также могут ассимилировать на свету органические вещества, т. е. ведут себя как фотогетеротрофы.

В докладе «Процессы ассимиляции и диссимиляции азота и некоторые черты их эволюции» А. Е. Браунштейн (СССР) обсудил с точки зрения сравнительной биохимии вопросы биогенного образования аминокислот из аммиака и пути диссимиляции белкового азота. Он отмечает, что в итоге интенсивных исследований последних лет было установлено чрезвычайное сходство путей биогенеза азотистых соединений у живых существ. Аминокислоты, витамины, гетероциклические основания и т. п. синтезируются всеми организмами через сходные промежуточные реакции при помощи, в основном, одного и того же набора каталитических агентов. Подобное единство означает, что происхождение механизмов биосинтеза, свойственное ныне живущим формам, чрезвычайно древнее. В силу этого данные сравнительной биохимии проливают некоторый свет лишь на наиболее поздние изменения, которым подвергались эти слож-

ные и весьма совершенные механизмы. Наоборот, пути диссимилиации азота у различных организмов представляют гораздо большее разнообразие. Подробно разбирая пути диссимилиации азота у животных, докладчик приходит к заключению, что преобладание той или иной формы экскреции азота у отдельных групп животных вырабатывалось в процессе эволюции в результате приспособления их к различным условиям среды обитания и развития. Доклад Е. Обеля (Франция) был посвящен вопросу о переходе от анаэробноз к аэробнозу. Проследив возможные пути эволюции анаэробных микроорганизмов, имеющих, по-видимому, некоторые черты сходства с примитивными живыми формами, обитавшими на Земле в тот период, когда ее атмосфера еще была лишена кислорода, докладчик показал, как такие микроорганизмы могли появиться в микроорганизмы аэробные, возникшие после обогащения атмосферы углекислотой, что сопровождалось развитием фотосинтеза и накоплением в результате этого процесса свободного кислорода. В докладе И. Ода (Япония) обсуждался вопрос о значении обмена молекулярного водорода на переходной стадии от анаэробноз к аэробнозу. А. А. Красновский (СССР) представил обзор развития способа действия фотокаталитической системы организмов; в нем рассмотрены возможные этапы образования пигментов-фотокатализаторов и характер изменения механизма их действия по мере развития автотрофного существования.

В. Л. Кретович (СССР) остановился на роли аммиака в автотрофной ассимиляции азота и продемонстрировал на представленном материале важную роль аммиака в азотистом обмене организмов, развивших в процессе эволюции разнообразные механизмы связывания аммиака и резервирования азота. М. Исimoto и Ф. Эгами (Япония) обсудили значение восстановления нитрата и сульфата в процессе эволюции обмена веществ. Б. А. Рубин (СССР) дал сравнительную характеристику окислительных систем различных групп организмов в связи с их эволюцией. Ю. И. Сорокин (СССР) в сообщении «Эволюция хемосинтеза» привел убедительные доводы в пользу того, что хемосинтезирующие микроорганизмы не представляют

собой, как это ранее считали, «пионеров жизни», а произошли от более древних гетеротрофных форм. Д. И. Сапожников (СССР) разобрал вопрос о возникновении и эволюции фототрофного типа питания. На основе собственных экспериментальных исследований Т. Н. Годнев (БССР) представил схему биосинтеза хлорофилла. Были также заслушаны сообщения С. Рейда (Канада) «Энергетические «ловушки» при первичных фотобиологических процессах» и Шера (США) «Зависимость пищевых факторов от температуры и археометаболизма».

На заключительном заседании состоялась общая дискуссия по всем затронутым проблемам, в которой приняли участие многие члены Симпозиума; было принято решение о публикации трудов симпозиума.

* * *

Итоги работы I Международного симпозиума по происхождению жизни на Земле, объединившего крупнейших ученых многих стран мира и протекавшего в исключительно дружественной и деловой обстановке, свидетельствуют о серьезных успехах, достигнутых современной наукой. Впервые за всю историю человеческой культуры ученые различных специальностей собрались для обсуждения самых животрепещущих вопросов естествознания и смогли систематизировать накопленные знания по различным аспектам проблемы происхождения жизни. Чрезвычайно показательно, что в представленных докладах и сообщениях участники Симпозиума не ограничивались лишь умозрительными доводами, а представили богатые фактические данные, полученные экспериментальным путем, при помощи наиболее современной техники. Господствующий в последние годы экспериментальный метод изучения проблемы зарождения и развития жизни на Земле, чему во многом способствовала общепринятая в настоящее время материалистическая теория происхождения жизни А. И. Опарина, служит несомненным залогом того, что недалеко время, когда «белые пятна», которых пока еще много в учении о происхождении жизни, исчезнут, и исследователи, познав пути становления живого, создадут, наконец, простейшую живую систему лабораторным путем.

НАБЛЮДЕНИЯ СЕРЕБРИСТЫХ ОБЛАКОВ

Н. И. Гришин

Институт прикладной геофизики Академии наук СССР (Москва)



Серебристые облака — наиболее высокие из всех известных в настоящее время типов облаков земной атмосферы. Их периодическое появление служит своего рода вестником непостоянства физических свойств атмосферы на высотах 75—90 км. Действительно, серебристые облака над Европейской территорией СССР появились в 1950 г. 10 раз, в 1951 — 21, в 1952—8, в 1953—19, в 1954—17, в 1955—22, в 1956—10 раз.

Для метеорологического зондирования мы пока еще не обладаем достаточно дешевым и удобным средством, которое позволило бы непрерывно и повседневно регистрировать термобарическое состояние верхней стратосферы. Но соответствующим образом поставленные наблюдения и исследования серебристых облаков могут давать много ценных сведений о физике окружающей их атмосферной среды одновременно на площади иногда до нескольких миллионов квадратных километров.

Образуюсь в чрезвычайно разреженной среде, серебристые облака имеют очень малую оптическую плотность. Последнее обстоятельство ограничивает время их видимости с Земли периодом навигационных и астрономических сумерек, когда Солнце находится ниже горизонта наблюдателя на 6—18°. В это время нижние, наиболее плотные слои атмосферы находятся в тени, а освещаются только верхние разреженные

слои стратосферы. Тогда на слабо освещенном фоне сумеречного неба могут быть обнаружены простым глазом или при помощи бинокля жемчужно-серебристые массы светящихся облаков.

Днем с земли серебристые облака не обнаруживаются благодаря чрезвычайно яркому фону неба, который затмевает их сравнительно слабый свет.

Ночью, когда солнечные лучи не освещают облаков, последние также ничем себя не обнаруживают, так как они чрезвычайно прозрачны и не маскируют собой заметным образом фона звездного неба, но, как отмечал еще в 1890 г. известный московский астрофизик В. К. Цераский, влияют на фотометрические наблюдения небесных светил.

Это важное предостережение, между прочим, сохраняет свое значение и в настоящее время, так как точность фотометрических измерений с тех пор возросла, а о количественных свойствах поглощательной способности серебристых облаков по-прежнему еще ничего не известно. В то же время периодическое появление и клочковатое строение серебристых облаков могут вносить неучитываемые искажения в результаты спектрофотометрических измерений астрономических объектов.

Бурное развитие исследований и основные летательными аппаратами верхних слоев атмосферы повышает интерес к исследованиям

различных сторон природы серебристых облаков.

Серебристые облака внешне похожи на высокие перистые облака. Их средней высотой принято считать 82 км. Многолетние наблюдения показывают, что серебристые облака могут существовать только в определенном поясе средних широт и в теплое время года каждого полушария. В северном полушарии такой пояс расположен между 50 и 75° с. ш. Согласно Шпангенбергу, 7% появлений серебристых облаков падает на апрель, 19% — на июнь, 59 — на июль, 12 — на август и 3% — на сентябрь.

Эти данные основаны на случайных наблюдениях наиболее ярких, привлекающих к себе внимание серебристых облаков. Зимой и на других широтах эти облака еще никем не регистрировались. Но так как специальные систематические наблюдения раньше не велись, то и нельзя с полной достоверностью утверждать отсутствие серебристых облаков в иных условиях места и времени.

Широтное и сезонное распределение серебристых облаков характеризует существующую неоднородность верхних слоев атмосферы. Такие изменения физических свойств верхней атмосферы, подтверждаемые результатами и других исследований, по-видимому, являются следствием существования определенной атмосферной циркуляции планетарного масштаба. Однако имеющиеся сведения о схеме и природе этой общей циркуляции атмосферы в настоящее время чрезвычайно бедны, и, в частности, нет еще достаточно полного объяснения отмеченной локализации серебристых облаков.

Общее годовое число появлений серебристых облаков изменяется из года в год, что также указывает на непостоянство среднегодовых термобарических и других определяющих характеристик верхних слоев атмосферы.

В южном полушарии серебристые облака наблюдались случайно, всего несколько раз. Из одиночных наблюдений следует, что климатические особенности южного полушария определяют положение пояса серебристых облаков в более низких широтах (~40—60° ю. ш.), чем это имеет место в северном полушарии. Эти данные также требуют своей проверки и уточнения.

Интересно, что подобные облачные полосы, расположенные вдоль широт, наблюдаются во внешних слоях атмосферы и на других планетах (Юпитер, Сатурн).

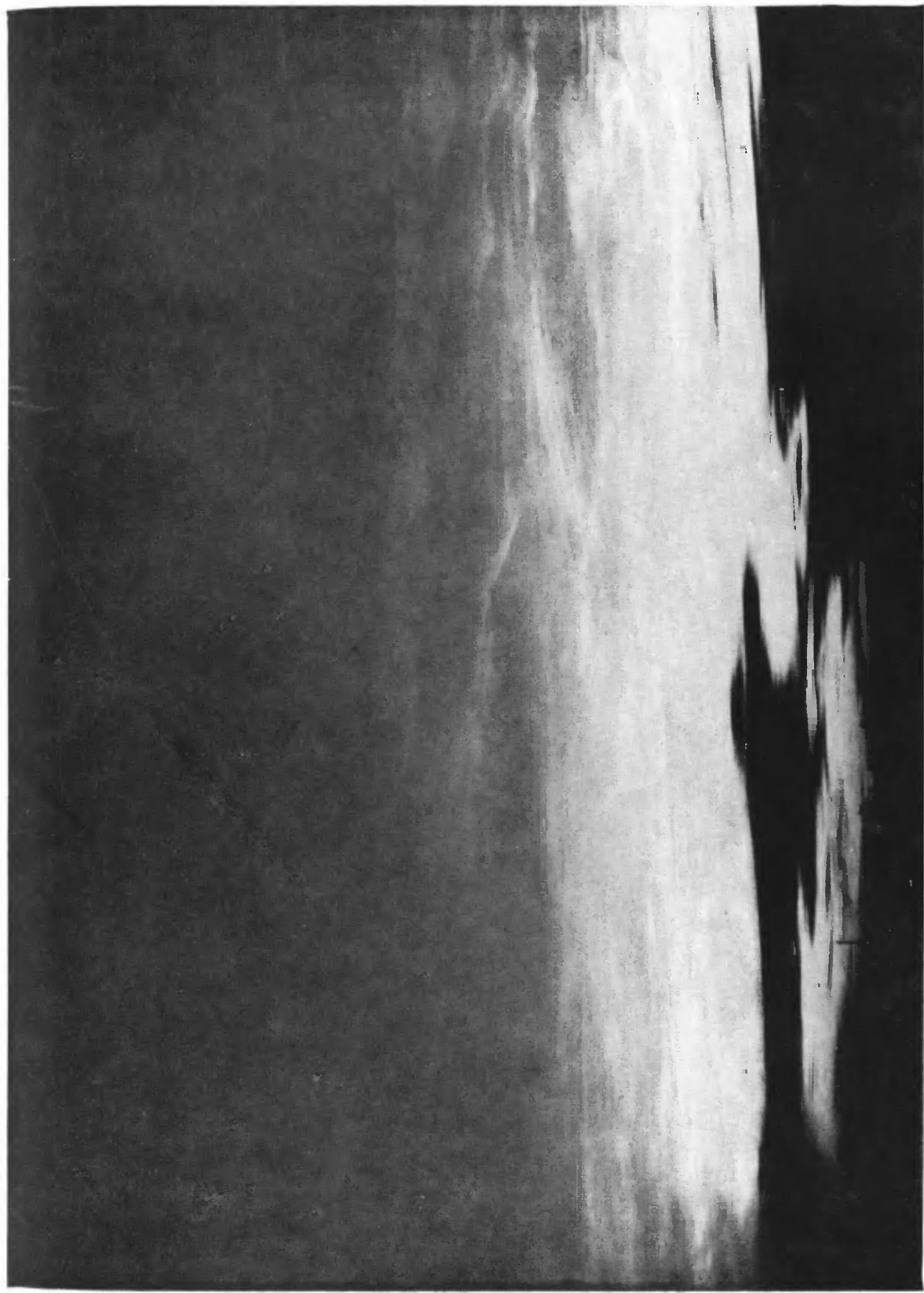
Вопросы прогноза погоды имеют тесную связь с проблемой общей циркуляции атмосферы Земли. Поскольку регистрация образования и развития серебристых облаков служит пока наиболее мощным средством изучения характера изменения метеорологических элементов верхней стратосферы, проблема серебристых облаков занимает важное место в общем комплексе гидрометеорологических исследований в период МГГ.

Изучение географического распространения и сезонной частоты появлений серебристых облаков в северном и южном полушариях позволяет провести возможно более точные границы поясов распространения серебристых облаков для конкретных сезонов. При этом важно установить, как изменяется положение границ пояса в зависимости от климата, рельефа, наличия суши или моря и других свойств подстилающей поверхности. Наблюдения должны также уточнить сезонный ход частоты, крайние сроки и максимум появлений серебристых облаков.

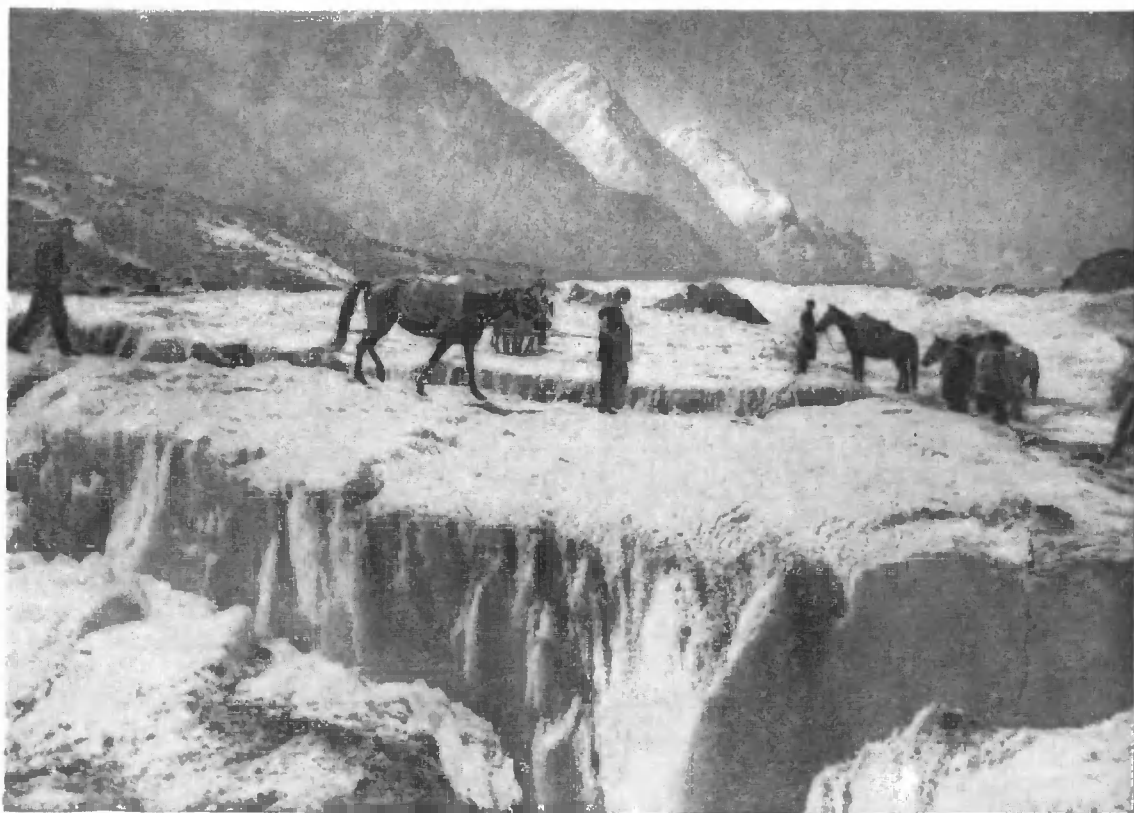
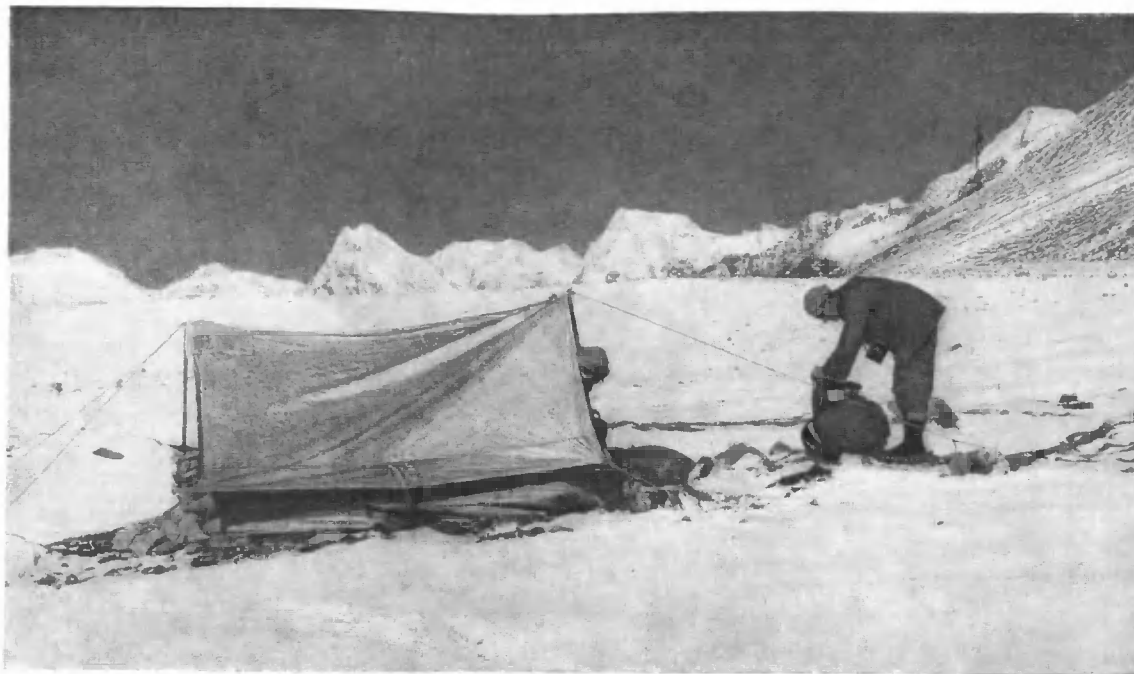
Кроме того, проводится работа по определению высоты серебристых облаков на разных широтах и долготах их появления — это уточнит высотное расположение слоя серебристых облаков на большом пространстве.

Наблюдения дадут фактический материал как непосредственно о природе морфологии и размерах вертикальных движений серебристых облаков, так и для изучения планетарной циркуляции и определения отдельных физических величин барических или других возмущающих образований в верхней стратосфере. Основным средством таких наблюдений является одновременное базисное фотографирование одного и того же участка серебристых облаков.

Не менее важно изучение движений серебристых облаков, методически тесно связанное с работами по определению высот. Поставлена задача изучения кинематических особенностей характерных морфологических образований и выявления динамических закономерностей серебристых облаков в зависимости от различных условий:



Свербистые облака, наблюдавшиеся в Звенигороде, Московской области, в ночь с 1 на 2 июля 1956 года



Ледник Федченко. *Вверху* — пункт «на лоскуте», в районе которого организуется «фирмовая станция»,
внизу — путь по средней части ледника

времени суток и сезона, сопровождающих их метеорологических условий, климата и рельефа подстилающей поверхности для разных широт, долгот и высот их появления, а также особенности их движений в северном и южном полушариях Земли.

По этому вопросу имеется некоторый опыт. В 1953 г. в Геофизическом институте АН СССР впервые была применена замедленная киносъемка для изучения волновых и некоторых других движений серебристых облаков. Киносъемка серебристых облаков продолжается и в период Международного геофизического года.

Исследование оптических свойств серебристых облаков — спектральных поляризационных и отражательных свойств, общей и спектральной прозрачности, пульсации яркости, условий видимости, природы свечения серебристых облаков и освещения Солнцем и т. д. — важно для понимания как физической природы частиц, составляющих се-

ребристые облака, так и оптических свойств атмосферы Земли.

Само название «серебристые облака» определяет цветовую особенность явления. Описания наблюдений часто указывают на интересные свойства серебристых облаков: серебристая окраска с тонкими разнообразными оттенками, мерцающее свечение, пульсация яркости различной продолжительности, пробегание теней по полю серебристых облаков, слишком темные соседние участки неба, свободные от облаков как внутри поля, так и на его внешних границах. Эти и многие другие свойства постоянно привлекают внимание наблюдателей.

Доступность некоторых видов наблюдений без применения сложного оборудования и их большое научное значение позволяет рекомендовать любителям природы принять участие в наблюдениях серебристых облаков в период третьего Международного геофизического года (1957—1958 гг.).

ИССЛЕДОВАНИЯ ЛЕДНИКА ФЕДЧЕНКО

Профессор Н. Л. Корженевский

Среднеазиатский государственный университет им. В. И. Ленина (Ташкент)

Среди разнообразных научных исследований, которые будут проведены в Международном геофизическом году на территории Союза (1957—1958), видное место принадлежит гляциолого-криологическим наблюдениям. Они охватят не только советскую Арктику, но и ряд горных территорий Союза, имеющих оледенение.

На Памире с его величественным ледником Федченко организуется ряд глубоких наблюдений. Эти работы возложены на Академию наук Узбекской ССР. Ледник Федченко по своим громадным размерам и относительной доступности поверхности от истоков до конца как нельзя лучше подходит для самых различных гляциологических и геофизических исследований по самому широкому кругу вопросов. К тому же, на леднике Федченко на высоте 4220 м

уже несколько лет (с 1932 г.) ведет регулярные наблюдения метеорологическая станция. Сам тип этого ледника, близкий по развитию области фирна к ледникам покровного типа, дает интересную возможность изучить особенности климатических условий для столь мощного накопления снега и льда, казалось бы, маловероятного для территории Средней Азии, при свойственном ей крайне сухом континентальном климате.

Ледник Федченко расположен в обширной ледниковой области северо-запада Памира, в системе замечательных горных хребтов: Академии Наук СССР и Язгулемского, которым и принадлежит главное место в питании ледника. Открыт ледник в 1878 г. экспедицией Туркестанского отдела Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, возглавлявшейся известным



Западный танымасский край ледника Федченко, закрывающий вход в долину реки М. Танымас, 13 мая 1914 г.

Фото автора

ученым В. Ф. Ошаниным. Свое открытие Ошанин решил посвятить памяти Алексея Павловича Федченко, незадолго перед этим погибшего на одном из ледников Монблана. Длину открытого ледника Ошанин оценил в 15—20 км, но побывавшие на леднике киргизы-охотники говорили, что ледник тянется верст 30—40. Как оказалось, это была более точная оценка длины ледника от конца его до перевала Кашал-аяк.

Предпринятое Ошаниным восхождение на ледник, при отсутствии должного снаряжения и опыта, естественно, не увенчалось успехом. Эта неудача все-таки не помешала провести интересные наблюдения над ледником¹. Например, Ошанин пришел к заключению, что ледник явно «наступает». Выходя из ущелья в долину р. Сельдара, конец ледника Федченко расширился, как говорят, «лапой» и частично закрывал ущелья боковых притоков, впадающих с противоположных сторон в Сельдару, у самого конца ледника. Но проход в эти боковые долины был еще открыт и, по наблюдениям Ошанина, достигал ширины от 40 до 60 саженей (р. Балянд-киик). В Алтын-мазаре ему рассказывали, что по временам ледник настолько продвигается вперед, что совершенно запирает выход р. Ба-

лянд-киик. В этом случае запруженная река образует озеро, которое в дальнейшем развитии прорывает ледяную преграду, и громадная масса воды стекает в короткое время вниз по Мук-су, производя сильное наводнение. Последний раз, пишет Ошанин, это явление произошло «десять лет тому назад», т. е. примерно в 1868 г. Обратил внимание Ошанин и на то, что перед концом ледника нет конечной морены.

В 1908 г., спустя 30 лет, капитан генерального штаба Н. И. Косиненко, производя рекогносцировку малоизвестного перевала Кашал-аяк, показанного на картах того времени предположи-

тельно в истоках ледника Федченко, поднялся с командой разведчиков на ледник.

После многих усилий и тяжелых переходов, Косиненко прошел по леднику около 30 км и достиг, приблизительно, места расположения современной метеорологической станции. Отдельные разведчики его команды поднялись и на перевал Кашал-аяк, оказавшийся в тот год непроходимым. Эта выдающаяся рекогносцировка подтвердила громадные размеры ледника, но и для Косиненко осталось не известным, что пройденный им тяжелый путь — это только половина ледника Федченко, его язык, и что область питания ледника залегает много южнее.

Исследуя с 1904 г. среднее течение р. Мук-су, остававшейся тогда еще совсем не известной территорией, нам удалось привести в известность все ледники северного склона хребта Петра I. В 1910 г. я получил возможность перейти к леднику Федченко и поставить метки на его конце. Тем самым было положено начало наблюдениям за режимом ледника. Ледник наступал. В 1914 г. он нацело закрыл обе боковые долины рек, и, таким образом, повторилась картина 1868 г., о которой говорили киргизы В. Ф. Ошанину. На этот раз, на счастье алтын-мазарцев, реке Балянд-киик удалось промывать по льду длинный туннель, и река спокойно стекала в Сельдару, не обра-

¹ См. В. Ф. Ошанин. На верховьях Мук-су, «Туркестанские Ведомости», 1879, №№ 33, 37 и 43.

зовав озера. Ледник же, надвигнувшись на скалы правого берега Балянд-кинка, образовал громадный, завернувшийся назад ледяной гребень. В дальнейшем наши наблюдения над концом ледника Федченко, приблизительно до устья ледника Бивачного, повторялись в 1924 и 1926 гг., причем ледник Федченко уже заметно отступал¹.

В 1925 г. автор исследовал долину р. Танымас Памирский и, опираясь на астропункты, составил схему оледенения всего хребта Академии Наук. По этой схеме уже довольно ясно наметилась область истоков ледника Федченко в точке сближения верховий Ванча, Язгулема и Танымаса Памирского².

Честь полного разъяснения истоков ледника Федченко и связи его с названными выше долинами выпала на долю Памирской экспедиции 1928 года, возглавляемой Н. П. Горбуновым. Прекрасно оснащенная, с большим числом высококвалифицированных сотрудников во главе с ныне здравствующими академиками Д. В. Наливкиным, Д. И. Щербаковым, осуществлявшим обязанности помощника начальника экспедиции, а также покойных академиков А. Е. Ферсмана и О. Ю. Шмидта, экспедиция 1928 года в полном смысле слова составила эпоху в исследовании малоизвестной области на северо-западе Памира.

Ближайшими результатами экспедиции были: полная фотограмметрическая съемка ледника Федченко д-ром Финстервальдером и наземная — геодезистом И. Г. Дорофеевым, определения астропунктов Я. И. Беляевым, описания многочисленных маршрутов, проделанных отдельными группами экспедиции, геологические и гляциологические наблюдения. Все это позволило получить полное представление о топографии ледника и строении всей прилегающей горной территории. Эта же экспедиция выдвинула идею организации на леднике Федченко специальной станции для метеорологических и гляциологических наблюдений, о которой упоминалось выше. Экспедицией было установлено, что ледник Федченко является величайшим горным ледником зем-



Вид с поверхности ледника Федченко на долину реки Сель-дара, 9 октября 1926 г.

Фото австрийца

ного шара¹. Ледник занимает площадь свыше 900 км² (до 1350 км², по Клебелсбергу), а мощность льда главного потока в средней части его достигает, по Финстервальдеру, 550 м. Область питания ледника Федченко складывается из ряда громадных циркообразных мульд, примыкающих к северному склону Язгулемского хребта, вершины которого достигают в среднем 6545 м над уровнем моря.

Исключительные размеры этих мульд, обрамленных горными великанами, и громадные пространства белоснежных фирновых полей между ними производят глубокое, неповторимое впечатление арктического мира — безмолвного и величественного.

¹ Согласно данным Финстервальдера (см. *Richard Finsterwalder. Geodätische topographische und glazialologische Ergebnisse*, Berlin, Bd. I, 1932, S. 188). Длина ледника Федченко принимается в 77 км (см. также *R. v. Klebelsberg. Handbuch der Gletscherkunde und Glazialgeologie*, Erster Band, Wien, 1948, S. 209). В каталоге ледников Памира (*Р. Забиров. Оледенение Памира*, 1955) дается длина ледника Федченко 71,2 км, но не указан метод измерения.

¹ См. Н. Л. Корженевский. Мук-су и се ледники, Труды гидрометеорологического Отдела Средне-Азиатского Метеорологического Института, Ташкент, т. I, вып. 1, 1927, стр. 7—66.

² См. Н. Л. Корженевский. Истоки реки Танымас, Ташкент, 1926, стр. 26.

Зрителя окружают затонувшие в море льда гребни отрогов и отдельных групп скал, образующих своеобразный архипелаг, по абсолютной высоте превосходящий высоту Эльбруса, но поднимающийся над окружающими его снегами только на 300—500 м.

Избыток накопившихся масс фирна и льда в мульдах ледника Федченко переливается за борта долины и крутыми ледопадами дает начало ледникам смежных долин Ванча и Язгулема. Особенно интересен в этом отношении участок ледника Федченко на траверсе долины р. Танымас Памирский. Переливаясь через край долины, ледник Федченко сбрасывает в долину Танымаса избыток льда, но недостаточно мощный, чтобы дать начало долинному леднику и образующий поэтому только как бы ледяной «лоскут» длиной около 2 км, с озерком талых вод на конце. Систематические наблюдения над этим «лоскутом» могут дать в дальнейшем интересный и надежный материал о всех возможных нарушениях в области питания ледника Федченко. Увеличиваясь в размерах, при нарастающей крутизне и мощности льда, он убедительно будет свидетельствовать о положительном балансе льда и, наоборот, признаки угасания этого «лоскута» — о несомненном дефиците в питании ледника.

Наблюдения по программе МГГ на леднике должны разрешить многие принципиальные вопросы и тем самым заложить твердую основу для детальных и глубоких исследований. Чтобы обеспечить возможность наблюдений на леднике по всем вопросам программы МГГ, решено было организовать, помимо ранее существующей на леднике метеорологической станции, еще две дополнительные станции. Одна из них — гидрологическая — организована у конца ледника, а другая — в области фирновых полей, на высоте около 5000 м над уровнем моря, поскольку граница фирна на леднике Федченко колеблется в среднем около 4500—4600 м. Исследования этой станции будут первыми в области питания ледника и, можно быть уверенным, доставят интересный и важный материал.

Фирновая станция организована с расчетом на круглогодичные наблюдения и оборудована всем необходимым на пре-

мя длительной изоляции персонала в зимний период. Основная задача фирновой станции, первой в мировой сети — наблюдение над тепловым балансом на поверхности ледника, изучение условий накопления осадков, преобразование последних в фирн, возникновение белого пузырчатого льда, столь характерного для высокоширотных арктических ледников, изучение структуры льда и ряд других исследований, которые должны разъяснить связи между изменениями ледника и колебаниями климата.

Чрезвычайно интересно также поставить на этой станции наблюдения над влиянием на режим ледника Федченко долины р. Танымаса Памирский, связывающей фирновую область с исключительно сухой областью Центрального Памира — долиной оз. Кара-Куль. В сторону долины совершенно открыт правый бок ледника.

Гидрологическая станция организована для детальных исследований расходов талых вод ледника с целью установления зависимости ледникового стока от метеорологических факторов.

Все ледниковые станции для координации своих наблюдений располагают радиосвязью. Такой же связью будут обеспечены и отдельные экспедиционные группы, на которые возложены исследования всех боковых притоков ледника Федченко, их паспортизация и подробные описания. Таким образом, есть все основания думать, что большой коллектив опытных наблюдателей, включающий в свой состав высококвалифицированные группы ученых-специалистов, даст богатый научный материал о величайшем горном леднике нашей страны.

* * *

Высокогорная фирновая станция на леднике Федченко создана на высоте 4900 м. Это единственная в мире так называемая «заоблачная» высотная дрейфующая ледовая станция. Здесь трудятся пять смельчаков, ведущих комплекс наблюдений по программе МГГ. Для обеспечения бесперебойной работы станции в суровых условиях памирской зимы на ледник Федченко необходимые грузы и топливо заброшены с помощью самолетов.



НЕОБЫЧАЙНОЕ ИЗВЕРЖЕНИЕ НА КАМЧАТКЕ

Г. С. Горшков

*Кандидат геолого-минералогических наук
Камчатская вулканологическая станция Академии наук СССР*



Извержения вулканов — одно из наиболее грозных и величественных явлений природы. Но особенно грозны и величественны взрывы тех вулканов, которые «просыпаются» после длительного, многовекового покоя. Одно из таких извержений произошло недавно на Камчатке.

Вулкан Безымянный до последнего времени был мало изучен и считался потухшим. Он расположен в самом центре знаменитой Ключевской группы вулканов. Его абсолютная высота до извержения составляла 3085 м, относительная — над уровнем фундамента — от 700 м на севере до 1200 м на юге. С севера к Безымянной сопке примыкает разрушенный конус вулкана Камень (4585 м), за ним возвышается Ключевская сопка (4750 м); с запада к вулкану Безымянному подходят отроги Дальней Плоской сопки (3944 м); к югу от вулкана расположен массив Зиминных сопкок (3081 м), а к юго-западу — действующий вулкан Толбачик (3682 м).

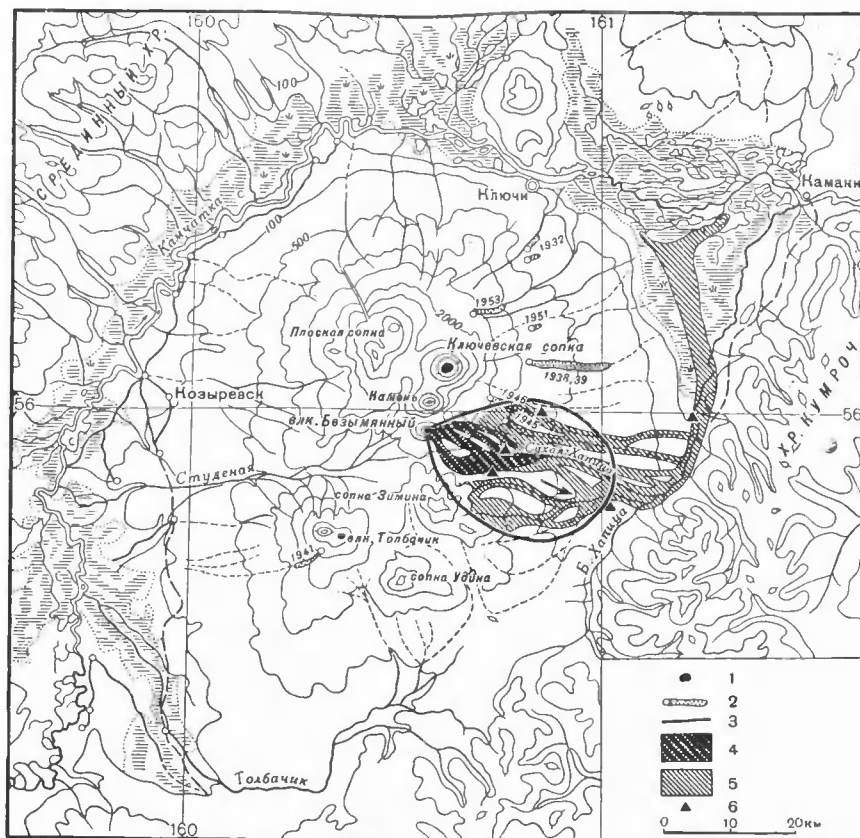
Извержению сопки Безымянной предшествовал рой вулканических землетрясений, начавшихся 29 сентября 1955 г. В первые дни происходили только единичные толчки, но затем число их стало увеличиваться. С 9 октября землетрясения насчитывались уже десятками, а затем и сотнями в сутки. Характер землетрясений позволил ожидать близкое извержение. Эпицентры

землетрясений ложились в район вулкана Безымянного, считавшегося потухшим, поэтому зарождалось сомнение, что извергаться будет именно этот вулкан; скорее можно было предположить, что в районе южного подножья Ключевского вулкана прорвется еще один новый побочный кратер. Однако в данном случае сейсмика предсказала пункт извержения совершенно точно.

Извержение началось около 6 ч. 30 м. утра 22 октября 1955 г. В это время из Ключей, где расположена Вулканологическая станция, за восточным склоном Ключевской сопки можно было видеть показавшиеся белые клубы эруптивного облака. Сразу же после первого взрыва началось выделение пепла.

От Ключей до сопки Безымянной расстояние по прямой линии к юго-юго-западу составляет всего 45 км, но отсюда, с севера, Безымянная скрыта за массивами сопкок Ключевской и Камень. Наблюдения извержения необходимо было вести с востока из района р. Сухой Хапицы.

Конец октября — начало ноября — крайне неблагоприятное время для экспедиционных работ на Камчатке. В горах уже лежат глубокие снега, а внизу снега все еще нет; поэтому весьма трудно использовать как выючный, так и собачий транспорт. В горных речках нет в это время воды. Положение усугублялось еще и тем, что



Схематическая карта Ключевской группы вулканов. 1 — действующие; 2 — побочные кратеры и годы их извержения; 3 — границы области, захваченной взрывом 30 марта 1956 г.; 4 — агломератный поток; 5 — грязевые потоки; 6 — экспедиционные лагеря

выпавший пепел испортил и без того скудный поздней осенью подножный корм, и на помощь лошадей трудно было рассчитывать. Впервые в нашей практике камчатских экспедиций было решено использовать автомашины.

28 октября на двух автомашинах ГАЗ-63 с запасом воды, грузом экспедиционного снаряжения, с тремя нартами и 30-ю собаками мы выехали к вулкану. Мы намеревались доехать на автомашинах до границы снега, а затем использовать нарты. По мере приближения к вулкану слой пепла все увеличивался. В районе р. Голубельной, где мы свернули с просеки и углубились в лес, на земле и ветвях деревьев лежал слой пепла в 8—10 мм. Приходилось прорубать дорогу через лес, но каждая задетая ветка

осыпала тонкой каменной пудрой, удар топором по дереву вызывал падение целой лавины пепла. Машины, цепляясь за ветки, вызвали непрерывный пепловый ливень. Все вещи пропитались пылью, пепел скрипел на зубах, слепил глаза.

На ночевке в русле одной из сухих рек, примерно в 25 км от вулкана, мы слышали его слабый, глухой рокот. К утру 29 октября мы оказались в осевой части тучи пеплопада. Солнечный свет не в силах пробить тучу пепла; было темно, как ночью, только иногда откуда-то сбоку пробивалось слабое, мутное освещение. Пепел падал очень густо, напоминая сильный снегопад. Окружающую темноту не могли разогнать и фары автомобиля — их свет быстро терялся в массе падающих частиц пепла. Впереди машин двигались темные фигуры людей, которые бук-

вально ощупью отыскивали дорогу. Все это создавало мрачное впечатление, и не верилось, что где-то рядом может сиять яркое солнце.

Наконец, стена пеплопада осталась позади, и вскоре мы остановились у конца лавового потока Апахончич, образовавшегося в 1946 г. на юго-восточном склоне Ключевского вулкана. Наблюдательный пункт было решено поставить здесь, в 16 км от Безымянной, так как снег оказался покрытым двухсантиметровым слоем пепла, и дальше нарты двигаться не могли. К вечеру дымка пеплопада стала опускаться вниз, и ночью показалась вершина вулкана, над которой иногда вспыхивали молнии; изредка был слышен грохот.

Утром 30 октября открылась вершина

вулкана. Столб пепла вырывался из нового кратера, образовавшегося немного ниже вершины вулкана. Диаметр нового кратера не превышал 250 м. На высоту 600—700 м столб пепла поднимался почти вертикально, затем начинал отклоняться к северу, окутывая вершины соседних вулканов — Камня и Ключевского. Поверхность эруптивного облака имела типичный вид «цветной капусты».

В ночь с 6 на 7 ноября извержение стало усиливаться. В полночь пачался сильный пеплопад. В 3 ч. утра раздался оглушительный грохот, затем вулкан непрерывно грохотал с 6 ч. 30 м. до 8 ч. утра. Интенсивный пеплопад, сопровождавшийся сильным запахом сернистого газа, продолжался до 10 ч. утра. За ночь выпал слой пепла в 10 мм толщиной. С крыши палатки пепел пришлось сгребать лопатой.

13 ноября вечером высота пеплового облака над кратером достигла 5 км. Всю ночь в эруптивной туче вспыхивали огромные яркие молнии, иногда шаровые, но чаще линейные. Туча пепла оттягивалась к востоку, пеплопад достигал берега и уходил далее в открытый океан. 14 ноября высота столба пепла достигла 7,5 км над кратером, или 10,5 км над уровнем моря.

16—20 ноября в Ключах прошли сильные пеплопады. 17 ноября рассвет наступил очень поздно; в 8 ч. было еще совсем темно (восход солнца в этот день для Ключей — 7 ч. 57 м.). В 9 ч. появилось слабое сумеречное освещение. Весь день стоял мутный полумрак, как в пасмурную лунную ночь. В домах горел электрический свет, автомашины ходили с включенными фарами. Пепел забивал глаза и нос, ясно ощущался запах сернистого газа. Иногда пеплопад усиливался настолько, что на расстоянии 150—200 м уже не были видны освещенные окна домов и уличные фонари. За 25 часов выпал слой пепла в 11,5 мм, или 7,5 кг/м². Это было самое сильное падение пепла с начала извержения. Всего в Ключах к 21 ноября выпал слой пепла в 22 мм, или 14,4 кг/м².

В эти ноябрьские дни сильные пеплопады прошли в радиусе 250 км от вулкана. Темнота наступала в д. Еловка (100 км к северу от вулкана) и в пос. Усть-Камчатск (120 км к востоку).

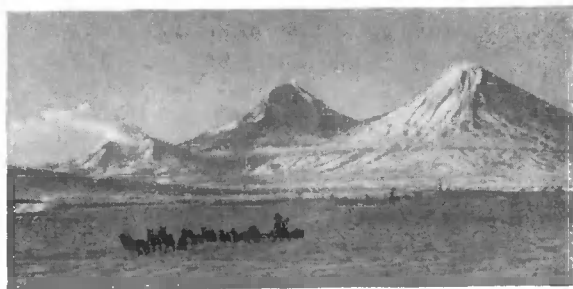
С конца ноября 1955 г. сила извержения пошла на убыль и к началу декабря вулкан



Начальная стадия извержения Безымянного — над кратером поднималась туча пепла

вступил в стадию умеренной деятельности, которая продолжалась до 29 марта 1956 г. Пепловые извержения стали более редкими и значительно более слабыми. 25 января 1956 г. вулкан удалось осмотреть с самолета. Благодаря смелости и искусству опытного летчика А. И. Новожеина мы даже смогли заглянуть в кратер. Против нашего ожидания, глубина кратера оказалась небольшой, дно его имело вид пологого, выпуклого пята и было покрыто рыхлым материалом, из-под которого в одном-двух местах выступали острые скалы темной лавы. Очевидно, вслед за ноябрьскими взрывами, расширившими и углубившими кратер, в нем начался рост купола. В плане кратер имел форму овала размером 700×800 м.

Подробнее деятельность вулкана в начале февраля наблюдалась одним из экспедиционных отрядов. После 7-дневного утомительного перехода по глубокому снегу группа в составе Н. К. Классова, В. А. Бернштейна, каюров Н. В. Селиванова и А. В. Уда-



Ключевская группа вулканов. Слева — Безымянный, в центре — Камень, справа — Ключевская сопка



Вулкан Безымянный после взрыва 30 марта 1956 г. *Справа* — сопка Камень. На переднем плане отложения агломератового потока

чина добралась до нашего осеннего наблюдательного пункта. Отсюда были видны частые небольшие вертикальные взрывы, которые вызывали образование раскаленных лавин.

При сопоставлении сделанных в это время фотографий с более ранними было установлено, что юго-восточная часть вулкана поднялась примерно на 100 м; при этом новая линия склона заметно передвинулась к юго-востоку и вулкан как бы расширился. Столь значительная, редкая деформация вулкана свидетельствовала о необычайно мощном магматическом давлении, которое не могло разрядиться путем выжимания только одного внутрикратерного купола.

30 марта 1956 г. в ходе извержения наступил перелом. В этот день грандиозный взрыв уничтожил вершину вулкана и совершенно изменил не только его форму, но и рельеф окружающей местности. Взрыв произошел в 17 ч. 11 м. местного времени. Одним из первых его увидел линейный монтер из д. Камаки (65 км к северо-востоку от вулкана). Находясь в доме, он почувствовал «давление на уши», т. е. резкое изменение атмосферного давления. Выбежав на улицу, он увидел над вулканом Безымянным косо направленный к востоку (около 30° к горизонту) эруптивный столб, над которым также косо, около 45° к горизонту, быстро росли клубы «дыма», которые через 1—2 минуты закрыли вершины всех вулканов. Через 4—5 минут по долине Сухой Хапицы и у юго-восточного подножия Ключевской сопки стали подниматься светлые пары, причем по долине Хапицы они как бы

катились волнами (это были агломератовые потоки). Вскоре густое, черное эруптивное облако с мощным пеплопадом скрыло дальнейший ход событий. Резкое изменение давления по неприятным ощущениям в ушах отметили многие жители д. Камаки; к сожалению, здесь нет метеостанции, и величина барической волны осталась неизвестной.

Наиболее благоприятные условия наблюдения были в Козыревске: склонявшееся к закату солнце хорошо освещало всю картину извержения, а юго-западный ветер в высоких слоях атмосферы сносил пепел в сторону, оставляя вулкан открытым. Эруптивная туча быстро расширилась веерообразно в стороны и вверх. Нижняя граница образовавшегося гигантского «веера» проходила на уровне 6—8 км, а верхняя на высоте около 35 км. Гиганты Ключевской группы вулканов совершенно потерялись перед грозным величием этой колоссальной вулканической тучи. В момент взрыва все сопки были открыты, но затем быстро затянулись мощными «шапками» атмосферных облаков.

На Ключи с юга стремительно надвинулась пепловая туча главного взрыва. Она сильно клубилась и быстро меняла свои очертания, продвигаясь к северо-востоку. Туча казалась очень плотной и почти осязаемо тяжелой; вместе с ней накатывался и рос сильный гул грома, непрерывно сверкали молнии. Около 17 ч. 40 м., когда туча уже прошла область зенита, начался пеплопад; грязная поверхность подтаявшего снега быстро покрылась светло-серым налетом. Вначале падали только отдельные более крупные песчинки (до 3 мм), которые, как град, стучали по оконным стеклам. К 17 ч. 50 м. пеплопад усилился, а к 18 ч. 20 м. наступила такая непроницаемая тьма, что нельзя было видеть собственную руку, даже поднеся ее к самому лицу. Возвращавшиеся после работы жители блуждали по поселку в поисках своих домов... Оглушительно грохотали непрерывные раскаты грома. Воздух был насыщен электричеством, самопроизвольно звонили телефоны, перегорали репродукторы радиотрансляции, из пьедесталов антенны радиоприемника сыпались искры... Сильно пахло сернистым газом, содержание HCl и SO₂ в 10—15 раз превышало предельно допу-



Вулкан Безымянный. *Вверху* — начало извержения,
снизу — вулкан до извержения (*слева*) и снег, засы-
панный вулканическим пеплом (*справа*)

Фото Г. Горшкова





Вулкан Безымянный. *Вверху* — кратер в январе 1956 г., *внизу* — последняя стадия извержения; на заднем плане — сопки Ключевская и Камень (*слева*) и купол, растущий в кратере (*справа*)
 Фото Г. Горикова



стимулю норму. К 21 ч. пеплопад ослабел, показались участки звездного неба. За 3,5 часа в Ключах выпал слой пепла в 20 мм, или 24,5 кг/м².

В районе вулкана Шевелуч (80 км от Безымянной), где в это время находилась группа сотрудников Вулканологической станции во главе с И. И. Гущенко, падение пепла было столь же интенсивным, как и в Ключах. Непрерывно грохотал гром. К 3 ч. утра 31 марта мгла рассеялась. На снегу лежал слой пепла в 2 см.

Сильный пеплопад прошел также в районе устья р. Озерной (около 200 км от Безымянной). В пос. Ука (225 км от вулкана) выпало 3 мм пепла, а в окрестности пос. Оссора (400 км к северо-северо-востоку от вулкана) пепел лег слоем около 1 мм. Осевая часть пеплопада проходила, по всей вероятности, в Беринговом море, к востоку от о-ва Карагинского. Таким образом, пеплопад прошел сравнительно узкой, но длинной полосой, ширина которой достигала в среднем 100 км, а длина превышала 400 км. Общее количество выпавшего пепла на этой площади, по самым скромным подсчетам, составляет 0,2—0,3 км³.

Интересно отметить, что взрыв 30 марта не был слышен ни вблизи, ни в отдалении. Вместе с тем все метеостанции в радиусе по крайней мере 1000 км отметили на обычных барографах отчетливую взрывную волну. Так, в Ключах (45 км от вулкана) изменение давления составило 23,5 мб, а в Марково на Чукотке (1100 км от Безымянной) — 1 мб. Чувствительные микробарографы повсюду отметили взрывную волну, которая полтора раза обогнула весь земной шар.

Картина этого необычайного взрыва была грандиозной и намного превосходила все то, что приходилось видеть даже старожилам Камчатки. Но во всей своей мощи извержение предстало только тогда, когда удалось побывать у вулкана и изучить последствия взрыва.

Выпавший слой пепла исключал возможность применения нарт, без которых работа в горах в это время года невозможна. Все же 23—28 апреля нам с каюрами Н. В. Селивановым и Н. И. Удачным удалось пройти в долину Сухой Хапицы. Отсюда с одной нартой, запряженной 24 собаками, мы спустились по песку к долине Большой Хапицы и по пеплу вернулись в Ключи. В этой по-

ездке пришлось бросить одну нарту, часть снаряжения и продовольствия, так как тащить нарт по песку на протяжении 200 км (в оба конца) собакам было не под силу.

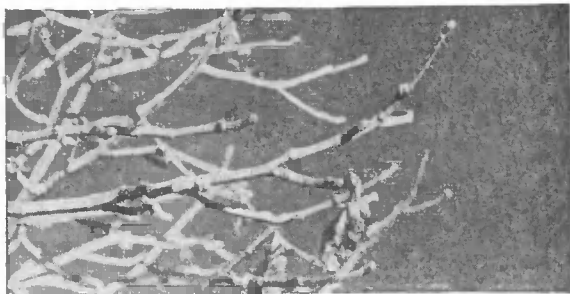
В результате взрыва вулкан Безымянный неузнаваемо преобразился: из правильного, слегка усеченного конуса он превратился в полукольцевой вулкан — кальдеру. Новый громадный кратер занимал не только вершину, но и весь юго-восточный склон до самого подножия, его размеры достигали 1,5×2 км. Наивысшая точка вулкана понизилась на 150—180 м, и теперь он имеет абсолютную высоту около 2900 м, вместо 3085 м до извержения.

Долина Сухой Хапицы, которая берет начало на восточном склоне вулкана, оказалась засыпанной на протяжении 18 км мощным агломератовым потоком из хаотической смеси пепла, песка и глыб лавы всевозможных размеров. С поверхности потока поднимались тысячи вторичных фумарол.

Окрестности вулкана с востока на протяжении 10—13 км были покрыты слоем вулканического песка до 0,5 м мощностью. Далее к востоку на расстоянии до 27—29 км мощность песка быстро уменьшалась до нескольких сантиметров. При взрыве пепел вырывался из кратера с колоссальной силой, подобно струе из гигантского пескоструйного аппарата. Наш базовый домик, расположенный в 12 км от вулкана, был буквально «сдут» — от него не осталось ни одной доски. На расстоянии до 25—30 км от кратера стволы деревьев и кустарников со стороны, обращенной к вулкану, были гладко ободраны; на противоположной



Отложения грязевого потока, образовавшегося 30 марта в долине р. Камчатка в 80 км от вулкана



Вулканический пепел на ветвях деревьев

стороне кора полностью сохранилась. Силой взрыва на расстоянии до 25 км были сломаны и повалены крупные деревья диаметром в 25—30 см. Наш экспедиционный лагерь у Апахончича, в 16 км от Безымянной, отделенный от вулкана глубокими долинами и барьерами лавовых потоков, оказался в зоне уничтожения. К счастью, в момент взрыва там никого не было, и вообще извержение, несмотря на его необычайную силу, не вызвало ни одной человеческой жертвы.

Выпавший на землю пепел направленного взрыва еще сохранял некоторое количество газов и был очень подвижным, «текучим». Он скатывался с возвышенностей вниз, и все долины рек, прилегающих к вулкану, заполнились песчаными потоками мощностью в несколько метров.

В момент взрыва пепел был настолько горячим, что обжигал кору деревьев и кустарников на расстоянии до 27—29 км, а некоторые стволы, по-видимому, сжигал почти целиком. Слой снега, который в конце зимы достигает здесь толщины в 1—2 м, под покровом раскаленного пепла в осевой части взрыва растаял целиком, а в более удаленных местах сохранился лишь частично. Раскаленный материал отложился на площади около 500 км² и таяние снегов было очень бурным. В долине Сухой Хапицы и на склонах Зиминной и Ключевской сопки образовались бурные грязевые потоки, которые понеслись вниз, перенося крупные камни и сокрушая все на своем пути. В осевой части грязевых потоков густые, трудно проходимые леса были буквально счищены, а стволы унесены. Ближе к краям потока деревья и кустарники остались на месте, причем кое-где

образовались непроходимые лесные завалы.

Грязевые потоки, пройдя к востоку до р. Б. Хапицы, повернули вдоль долины последней к северу и в 80—85 км от вулкана впади в долину р. Камчатки. Два больших озера оказались целиком заваленными отложениями грязевого потока. Разветвленная сеть проток и озер предохраняла р. Камчатку от катастрофического подъема воды, но принесенная масса грязи настолько загрязнила реку, что в Усть-Камчатске в течение целой недели речную воду нельзя было пить и даже употреблять для технических целей. Грязь вызвала также массовую гибель рыбы в реке.

В целом рисуется следующая схема взрыва 30 марта. Гигантский взрыв захватил не только вершинный кратер, но и юго-восточный склон вулкана. Первый взрыв был направлен к ЮВ под углом 30—40° к горизонту; в этом направлении со страшной силой вырвалась веерообразная струя раскаленного пепла. О силе этой струи говорят сломанные деревья и ободранные стволы кустарника на расстоянии до 25—30 км от вулкана. В результате взрыва образовался большой открытый к востоку кратер размером 1,5×2 км. Тучи пепла над кратером поднялись на высоту в 35—40 км. К ССВ от вулкана на протяжении более 400 км прошел сильный пеплопад.

Вслед за взрывом 30 марта в новом кратере началось выжимание экструзивного лавового купола. Рост купола, как обычно, сопровождался взрывами слабой и умеренной силы. Нередко формировались раскаленные лавины, которые скатывались по склонам купола, и иногда через брешь в кратере выходили за пределы вулкана на 1—2 км.

К началу июля 1956 г. формирование купола в основном закончилось. В августе высота купола была определена в 320 м. В это время на куполе проходили частые, но очень слабые взрывы и обрушения, при которых обнажалась раскаленная светящаяся лава. Судя по тускло-красному свечению, температура лавы не превышала 700°. Нередко по склонам купола скатывались небольшие раскаленные лавины.

27 августа 1956 г. автор с группой сотрудников (Г. Е. Богоявленская, Н. К. Класов) совершил восхождение в кратер Безы-

мянной, и для сбора образцов свежей лавы прошел к подножью купола. К сожалению, опасность длительного пребывания в кратере извергающегося вулкана не позволила нам ознакомиться со строением кратера более подробно. Лава купола, как и лава агломератового потока, оказалась рогово-обманковым андезитом.

Поздней осенью 1956 г. извержение полностью закончилось, и в конце декабря купол остыл настолько, что, за исключением самой вершины, был целиком покрыт снегом. В последующие месяцы вулкан проявлял лишь усиленную фумарольную деятельность.

* * *

Наиболее выдающимся событием в ходе извержения вулкана Безымянного был гигантский взрыв 30 марта 1956 г. со всеми сопровождавшими его явлениями и особенно — образование в долине Сухой Хапицы большого агломератового потока с тысячами вторичных фумарол. Эта картина столь напоминала описание знаменитого катматского потока на Аляске, что мы окрестили долину Сухой Хапицы «Камчатской Долиной Десяти Тысяч Дымов».

Детально агломератовый поток был обследован летом 1956 г. Очертания потока оказались довольно сложными (см. карту), наибольшая ширина доходит до 4 км, его площадь составляет 55—60 км². Мощность потока в краевой части равна 20—30 м, в центральной части она, вероятно, доходит до 100 м. Если принять за среднюю мощность 50 м, то объем агломератового потока определится в 3 км³. Трудно себе представить масштаб раскаленных лавин, которые бушевали здесь под покровом непроглядного пеплопада!

Подавляющая часть фумарол на потоке была приурочена к стенкам и руслам постоянных и временных водотоков. Температура фумарольных газов доходила до 200°, но преобладала температура около 100°. По составу фумаролы представляли собой паровые струи с примесью воздуха и кислых газов. Воздух сильно обеднен кислородом: отношение кислорода к азоту 1/48 вместо 1/4 в атмосфере. Очевидно, в толще агломератового потока идут мощные окислительные процессы.

В ясные и жаркие дни, когда горные лед-

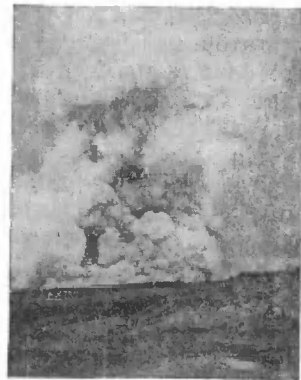
пики таяли сильнее и в русле Сухой Хапицы бурно прибывала вода, берега, сложенные горячим агломератовым материалом, быстро размывались, сползая и обрушиваясь в воду. Каждое такое обрушение вызывало паровой взрыв — своеобразное «вторичное извержение», при котором на высоту в 200—300 м выбрасывались пепловые облака. Особенно сильно взрывы проявлялись в те дни, когда в горах проходили ливневые дожди.

Тогда на поверхности агломератового потока возникали сотни и тысячи центров вторичных взрывов. Облака пепла поднимались на высоту до 0,5 км и оттягивались на 2—3 км в сторону, высеивая пепел; наш лагерь, находившийся на агломератовом потоке, оказывался окруженным многими десятками центров вторичных взрывов. Картина была совершенно феерической.

Воды р. Сухой Хапицы переполнялись рыхлым материалом, образуя густую, но очень подвижную грязь, в которой, подобно деревьям, легко плыли крупные камни. Особенно удивительно было видеть, как в водах после водопадов камни медленно плавали и кружились в струях противотечения. Масса твердого материала составляла до 95%, и в ведре такой грязи к утру отстаивалось всего лишь несколько сантиметров воды. Огромное количество горячего материала, обрушивающегося в воду, вызывало нагревание холодных ледниковых вод (в Сухой Хапице до 35—45°).

Пепел агломератового потока содержал заметные количества растворимых в воде веществ, поэтому вода Сухой Хапицы была горько-кислая и для питья приходилось довольствоваться дождевой водой, которую удавалось набрать с крыши палатки.

В течение всей зимы 1956/57 г. агломератовый поток оставался теплым и не покрывался снегом. Было подсчитано, что



Мощные вторичные взрывы на поверхности агломератового потока

запас тепла в массе агломератового потока достаточно велик и можно предположить, что фумарольные и взрывные явления в долине Сухой Хапицы будут продолжаться еще в течение длительного времени.

Как уже говорилось, извержению предшествовал рой вулканических землетрясений, которые продолжались в течение всего извержения. За 9 месяцев (с октября 1955 г. по июнь 1956 г.) в Ключах было зарегистрировано 33 150 толчков, т. е. в среднем каждые 12 минут происходило одно землетрясение. В начале эруптивной стадии извержения число землетрясений быстро достигло 350—450 за сутки, а энергия землетрясения была все время сравнительно постоянной — порядка 10^{19} эрг за сутки. К концу стадии мощных пелловых извержений одновременно с ослаблением взрывов наступил не менее резкий спад числа толчков. Но несмотря на то, что с конца ноября 1955 г. число землетрясений резко упало (до 100 за сутки), энергия землетрясений сохранялась на прежнем уровне, и мы ожидали дальнейшего развития извержения.

С конца февраля 1956 г. намечилось устойчивое уменьшение энергии землетрясений. Казалось, извержение исчерпало источник своих сил и заканчивается. Но именно в это время, на спаде сейсмической энергии, произошел гигантский кульминационный взрыв 30 марта. Вслед за этим сейсмическая энергия продолжала неуклонно падать, и к концу июня сила землетрясений снизилась до значений в 10^{14} эрг за сутки, а число землетрясений — до одного. Чрезвычайно слабая сейсмическая активность продолжалась, постепенно замирая, до конца 1956 г.

Изменение числа землетрясений и их энергии находились в прямой связи с ходом извержения, но вместе с тем не совпадали между собой: число землетрясений в значительной мере зависело от вулканических взрывов и других частных поверхностных явлений; энергетическая же характеристика зависела преимущественно от более сильных толчков, которые все без исключения имели повышенную глубину и являлись следствием более глубоких вулканических процессов, определяющих общий ход извержения.

Анализ связи сейсмических и вулканических явлений может не только помочь предсказать время начала извержения, но в известной мере и предугадать ход извержения.

Среднее значение энергии взрыва 30 марта, определенное тремя независимыми методами (по энергии сопутствующего землетрясения, по энергии воздушной волны, а также по массе и начальной скорости взорванного материала), соответствует приблизительно 4×10^{23} эрг. Эта огромная величина равна работе Куйбышевской ГЭС в течение целого года. Сила воздушной волны взрыва в десятки раз превосходила силу взрывной волны водородных бомб или знаменитого Тунгусского метеорита.

По максимальному расстоянию, на которое был выброшен изверженный материал, можно определить начальную скорость взрыва; она оказалась равной 500—600 м/сек, т. е. почти в два раза превосходила скорость звука. Начальное давление взрыва соответствовало 3000 ат.

Тепловая энергия извержения определяется в $3,6 \times 10^{25}$ эрг, а энергия взрыва составляет всего лишь около 1% этой величины. В процессе извержения доля энергии газов более чем скромная. С этой точки зрения старое положение о том, что «газ является активным агентом, а магма только носителем газа», не правильно. Очевидно, основной движущей силой извержения служит тепловая энергия магмы, а газ — лишь трансформатор этой энергии в взрывную, причем к. п. д. вулкана как тепловой машины очень низок.

Приведенные выше величины характеризуют извержение Безымянной действительно как гигантское — оно стоит в одном ряду с извержениями Кракатау в 1883 г., Катмаи в 1912 г. и Пеле в 1902 г. По характеру оно ближе всего соответствует извержению Катмаи. Уже первые, предварительные итоги изучения извержения сопки Безымянной показали ошибочность многих общепринятых точек зрения по поводу условия образования катмайского агломератового потока и извержения Катмаи вообще. Дальнейшее изучение необычайного извержения на Камчатке позволит решить ряд вопросов общей вулканологии.

НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

ХИМИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА В БОЛГАРИИ

Профессор Цв. Д. Стайков

Высший сельскохозяйственный институт им. Г. Димитрова (София)



В химизации сельского хозяйства Народной Республики Болгарии большую роль играет применение промышленных удобрений. Развитие этого направления химизации стало возможным лишь в условиях социалистической системы хозяйства.

Болгарское сельское хозяйство, в прошлом мелкособственническое и примитивное, жестоко эксплуатируемое капиталистами, буржуазным государством, не было в состоянии приобретать промышленные удобрения. Соотношение цен сельскохозяйственных продуктов и удобрений было невыгодным для крестьян. Несмотря на довольно широкую пропаганду государственных органов сельского хозяйства и в особенности импортных фирм, минеральные удобрения не нашли сколько-нибудь значительного применения в сельскохозяйственной практике. В те времена главным средством поддержания плодородия почвы был навоз, но поскольку его было очень мало, ввиду слабого развития животноводства, урожай сельскохозяйственных культур были очень низкими. Так, например, среднегодовой урожай самых распространенных в стране злаков — пшеницы и кукурузы — составлял до 1939 г. около 10 ц зерна с 1 га.

В старой Болгарии до второй мировой войны не было отечественной промышленности, вырабатывающей химические удобрения. О применении химических удобрений в

сельском хозяйстве страны в годы, предшествующие второй мировой войне, можно судить по данным импорта. Так, в 1911 г. было ввезено 94 т минеральных удобрений, в 1922 г. — 53 т, в 1929 г. — 99 т, а в 1936 г. — 83 т. В этот период для подавляющего большинства болгарских крестьян минеральные удобрения были недоступны.

Ввозимые же в страну промышленные удобрения использовались главным образом в овощеводстве (преимущественно во Фракийской низменности), так как в этой отрасли внесенные удобрения окупались сравнительно хорошо. Некоторое количество этих удобрений использовалось сельскохозяйственными научно-исследовательскими институтами для проведения полевых опытов.

Из имеющихся кратких сведений о применении удобрений видно, что в прошлом государство не заботилось о широком использовании минеральных удобрений в сельском хозяйстве. В этом отношении можно считать типичным примером случай с костяной мукой — побочным продуктом, получаемым при производстве столярного клея. Хотя годовое производство костяной муки составляло всего 2000 т и сельское хозяйство страны остро нуждалось в фосфорных удобрениях, ее почти полностью вывозили за границу, так как болгарским капиталистам было более выгодно сбывать костяную муку на иностранном рынке.

В годы буржуазного господства болгарские научные работники, несмотря на тяжелые условия работы, вели важную, хотя и не систематическую научную работу по определению потребности почв в удобрениях и эффективности различных видов азотных, фосфорных и калийных удобрений для различных почвенных типов и видов культурных растений. Путем многолетних полевых опытов и лабораторных исследований было выяснено, что наше земледелие нуждается прежде всего в азотных и фосфорных удобрениях. В отдельных местах страны было установлено наличие кислых почв, требующих известкования. На Фракийской низменности были открыты солонцовые почвы, которые нуждаются в мелиорации и внесении минеральных удобрений.

После установления в 1944 г. народно-демократической власти правительством поставлена задача коренной реорганизации сельского хозяйства и резкого повышения его продуктивности различными путями, в том числе и путем интенсивной химизации. Выделены ежегодные ассигнования бюджетных средств на ввоз в страну минеральных удобрений. Начала создаваться отечественная промышленность минеральных удобрений.

Систематическая научно-исследовательская работа служит основой для широкого проведения мероприятий по химизации сельского хозяйства Болгарии в годы народно-демократической власти.

В 1947 г. было начато строительство первого азотно-тукового завода с проектным годовым производством аммиачной селитры в 65 тыс. *т*. Благодаря всесторонней научно-технической и материальной помощи братского Советского Союза и трудовому героизму наших строителей, завод был сооружен досрочно — в конце 1951 г. (вместо 1953 г., намеченного по плану). Теперь завод производит около 100 тыс. *т* азотных удобрений в год.

Болгарское народное правительство еще до вступления в строй азотно-тукового завода организовало снабжение сельского хозяйства удобрениями. Это видно из следующих данных о потреблении промышленных удобрений в нашей стране, начиная с 1948 г. Как видно из таблицы, общее количество потребленных минеральных удобрений в 1956 г. увеличилось по сравнению с 1948 г. более чем в десять раз.

Таблица

Годовое потребление промышленных удобрений в Болгарии в 1948—1956 гг.

Годы	Промышленные удобрения	
	Потребление, в тоннах	Увеличение потребления по отношению к 1948 г., в %
1948	18 977	100
1950	34 498	182
1952	55 209	291
1954	92 965	490
1956	194 062	1022

Из данных таблицы можно также сделать вывод, что продукция азотно-тукового завода начала играть с 1952 г. важную роль в химизации болгарского сельского хозяйства. Следует отметить, что в настоящее время промышленные удобрения вносятся главным образом под технические и вообще интенсивные культуры, а под зерновые используются лишь во вторую очередь.

Наряду с резким повышением общего уровня агротехники, быстрый рост потребления минеральных удобрений начал благотворно отражаться на урожаях. Так, например, среднегодовой урожай пшеницы за 1950—1955 гг. составил уже не 10 ц, а 14,5 ц с 1 га.

В годы народной власти исследования в области химизации сельского хозяйства Болгарии начали развиваться быстрыми темпами. Существовавшие до этого научные центры улучшили и расширили свою исследовательскую работу. При азотно-туковом заводе был основан агрохимический отдел с двумя опытными полями. Наряду с вопросами о потребности почв в удобрениях, были поставлены и некоторые проблемы техники применения химических удобрений. В 1947 г. был основан Институт почвоведения при Министерстве земледелия и в 1948 г. такой же институт в системе Болгарской Академии наук с отделами агрохимии, которые при помощи полевого и лабораторных методов развили обширную исследовательскую работу по применению удобрений.

В 1954 г. опыты с удобрениями почв были организованы по всей стране, а в 1956 г. начали работать четыре производственные химические лаборатории для массового определения потребности в удобрениях наших почв по примеру таких же лабораторий в Германской Демократической Республике. Хотя эта обширная исследовательская рабо-

та еще находится в процессе развития, она уже дает возможность с большей точностью оценить перспективы химизации сельского хозяйства в целом. Картина потребности в удобрениях отдельных типов почв в Болгарии стала теперь гораздо ясней. В 1960 г. сельское хозяйство должно получить в общем 629 тыс. *т* удобрений: 289 тыс. *т* азотных, 320 тыс. *т* фосфорных и 20 тыс. *т* калийных. Для этой цели построен первый в Болгарии суперфосфатный завод. Идет подготовка к расширению азотно-тукового завода при химкомбинате им. И. В. Сталина. В ближайшее время начнется строительство второго азотно-тукового завода.

Таким образом, в 1960 г. болгарское сельское хозяйство сможет получить в среднем на 1 га обрабатываемой площади по 131 кг химических удобрений, из которых примерно 90 кг будут произведены в стране.

Второе направление химизации земледелия в Болгарии — применение химических средств в борьбе с болезнями и вредителями культурных растений. Ощутительным шагом в этом направлении можно считать введение в виноградарстве медного купороса и извести (в виде бордосской жидкости), как средства борьбы с болезнью винограда милдью (*Plasmopara viticola*). Это химическое средство начали применять уже в последние годы XIX в., когда в стране было установлено наличие этой болезни. Но так как в подавляющем большинстве случаев болгарские виноградари были мелкими собственниками и подвергались жестокой эксплуатации, у них почти не было возможности пользоваться достижениями науки. К тому же медный купорос продавался по несоразмерно высоким ценам. Позднее, после первой мировой войны, применение бордосской жидкости стало быстро расширяться.

Несмотря на разнообразные трудности, стоявшие перед болгарскими виноградарями в годы капиталистического господства, массовое применение бордосской жидкости, наряду с введением устойчивых к филлоксеру подвоев, спасли болгарское виноградарство от гибели. Все это повысило интерес агрономов и крестьян к химическим средствам защиты сельскохозяйственных культур от болезней и вредителей. Для периода после первой мировой войны характерен все более растущий ввоз в страну различных инсектицидов и фунгицидов. Сравнительно

быстро внедрялись в практику сельского хозяйства и некоторые мышьяковистые препараты, в частности, парижская зелень, а также ряд ртутных, серных и никотиновых препаратов, карболинеум и т. д.

В 1935 г. при Министерстве земледелия основан Институт защиты растений. Институт развил обширную научно-исследовательскую работу и во многом помог правильному подбору и применению химических средств для борьбы с болезнями и вредителями сельскохозяйственных культур. Институт пришел на помощь крестьянам и в том, что внедрил или разработал рецепты препаратов, которые сравнительно легко и дешево можно приготовить кустарным и полужаводским способом для борьбы с некоторыми широко распространенными в стране болезнями и вредителями растений. Так, например, при помощи углекислой меди типа АБ, производство которой в полужаводском масштабе было внедрено Институтом защиты растений, удалось намного снизить потери, причиняемые головней пшеницы (*Tilletia laevis*), которая раньше наносила большой ущерб урожаям этой культуры. Значительную роль в свое время сыграли и рецепты для кустарного приготовления различных отравленных приманок для уничтожения грызунов и насекомых, вредящих сельскому хозяйству.

В годы капиталистического господства в Болгарии не было создано надежной индустриальной базы для производства ядохимикатов: промышленность выпускала под наименованием «бария» ограниченные количества полисульфидного препарата, а также парижской зелени, карболинеума и калийного мыла. Иностранные фирмы, продававшие Болгарии свои препараты, старались во что бы то ни стало не допускать создания местной промышленности ядохимикатов.

За последнее десятилетие в Болгарии создались условия для быстрого развития собственного производства препаратов для защиты растений. Ныне эти препараты выпускают два специальных завода и одно кооперативное предприятие.

Созданию этой промышленности во многом способствовала и научно-исследовательская работа, проведенная Институтом защиты растений, при котором организованы специальные исследования и испытания новых ядохимикатов. Была сооружена и установка

для производства никотина и никотин-сульфата из табачных отходов, которые ранее без всякой пользы сжигались. Небольшая мастерская для получения парижской зелени превратилась в завод мышьяковистых препаратов, по своему качеству не уступающих импортным. Впоследствии, после введения органических синтетических инсектицидов, в стране было освоено производство препаратов ДДТ и гексахлорана, причем концентраты этих препаратов ввозятся из СССР и некоторых стран народной демократии, а в Болгарии приготавливаются дусты в количествах, полностью удовлетворяющих наши потребности (около 12 тыс. т), и масляные эмульсии, рецепт и технологию которых разработал Институт защиты растений. По указанию того же института, производится большое количество обыкновенного карболинеума и его эмульсии из местного сырья, а вскоре начнется изготовление минерально-масляной эмульсии из болгарской нефти. В настоящее время наша промышленность производит также медный оксихлорид (содержащий 15% меди) для опрыскивания виноградных лоз и других растений против болезней, цеядовитый препарат пиретрума ИЗР-5 для предохранения зерна от насекомых, препарат Агрия-газ для окулировки складских помещений и цинковый фосфид для борьбы с грызунами (мышами, крысами, сусликами и т. д.). Значительно увеличился выпуск препарата бария, а в химкомбинате им. И. В. Сталина производится и необходимая для обработки семян хлопчатника концентрированная серная кислота. На том же комбинате намечается выпуск порошковидной серы для борьбы с болезнями растений.

В ближайшем будущем предстоит открытие цеха хлор-щелочного электролиза, который ежегодно будет выпускать 6—7 тыс. т. хлора, что даст возможность организовать производство ДДТ, гексахлорана, 2,4-ДУ, 2М-4Х, хлорной извести и т. д. С 1958 г. строящийся в настоящее время меднолитейный завод начнет выпуск сернистой меди.

В Институте защиты растений уже разработана технология производства динитро-ортокрезола (он в скором времени будет введен в промышленность), ведется работа над хлортоном, токсафеном и другими органическими препаратами.

Немалые успехи наблюдаются и в области химического консервирования и химической переработки сельскохозяйственных продуктов. Уже накануне второй мировой войны широко применялась сернистая кислота для консервирования плодов и овощей главным образом, в виде плодово-ягодного сырья-полуфабриката, предназначенного для перерабатывающей промышленности и выноза. Это направление химизации оказало положительное влияние на развитие плодородства и овощеводства Болгарии. Особенно сильно оно отразилось на распространении культуры клубники.

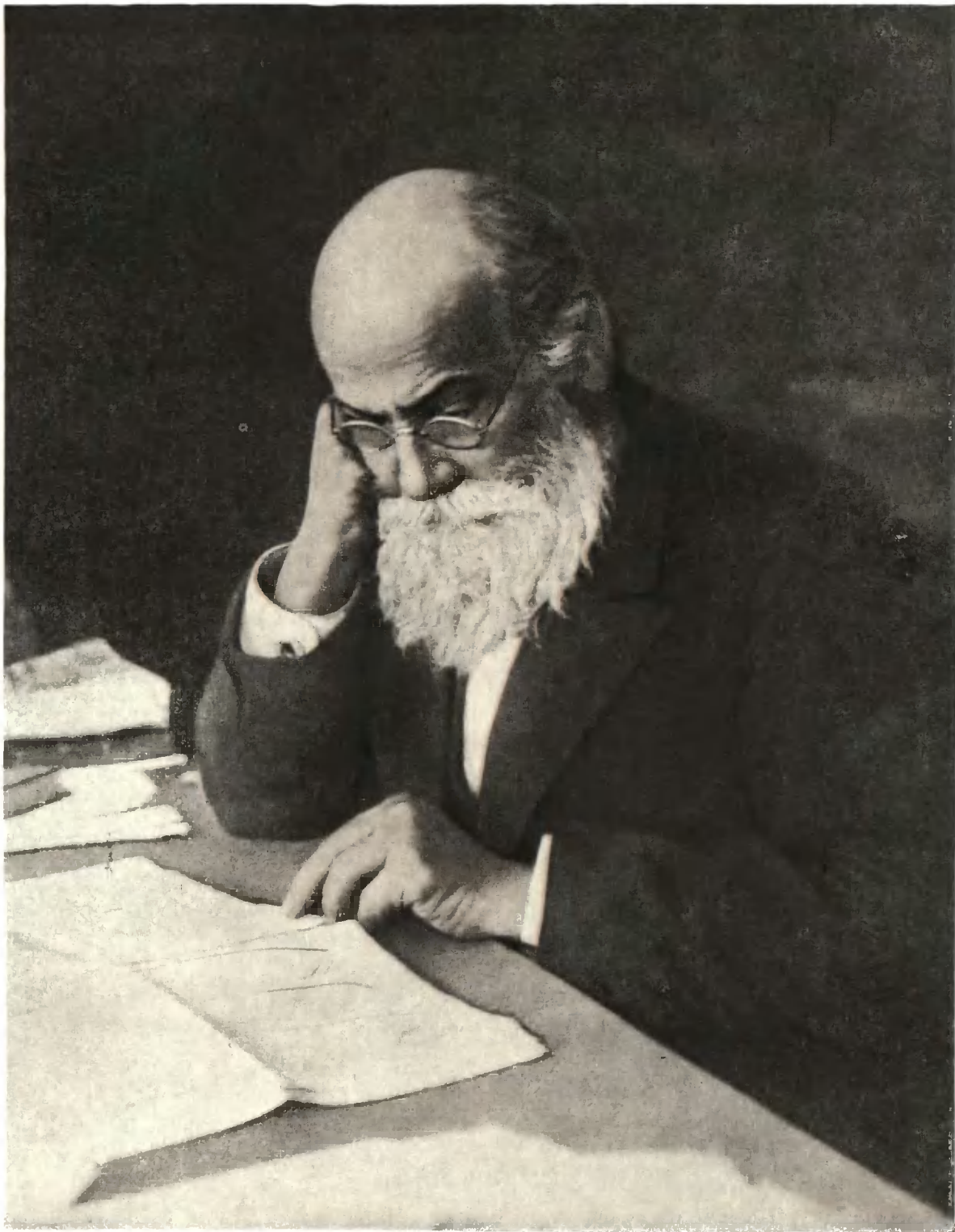
За последние годы в нашем сельском хозяйстве все шире применяются гербициды. Благодаря этому борьба с сорняками ведется на солидной химической основе, и наши трудовые кооперативные земледельческие хозяйства получают новые возможности для очистки своих полей от сорняков без больших затрат труда.

Крупные успехи химизации сельского хозяйства в Народной Республике Болгарии тесно связаны с социалистической перестройкой нашего сельского хозяйства.

Но развитие химизации зависит также от быстрой механизации сельского хозяйства. На обширных массивах кооперативных хозяйств нельзя применять ручную или при помощи ручных опрыскивателей большие количества минеральных удобрений, инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и пр. Благодаря научно-техническому и экономическому сотрудничеству всех стран социалистического лагеря наше сельское хозяйство все более оснащается разнообразными сельскохозяйственными машинами, в том числе и высокопроизводительными машинами для внесения удобрений, опрыскивания и опыливания посевов, виноградников и фруктовых садов ядохимикатами. Кроме того, для подкормки растений минеральными удобрениями и опыливания их ядохимикатами все шире используется сельскохозяйственная авиация.

Намеченные в соглашениях стран социалистического лагеря дальнейшие меры по развитию нашего садоводства, виноградарства и овощеводства раскрывают еще более широкие перспективы и в отношении химизации болгарского земледелия.





Н. Е. ЖУКОВСКИЙ

О ПОДДЕРЖИВАЮЩЕЙ СИЛЕ КРЫЛА САМОЛЕТА

К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ ОПУБЛИКОВАНИЯ СТАТЬИ Н. Е. ЖУКОВСКОГО «О ПРИСОЕДИНЕННЫХ
ВИХРЯХ»

Член-корреспондент АН СССР В. Н. Делоне

Математический институт им. В. А. Стеклова Академии наук СССР (Москва)



В 1905 г. профессор Московского университета Николай Егорович Жуковский прочел доклад в Московском математическом обществе, а в 1907 г. напечатал в «Трудах Отделения физических наук Общества любителей естествознания» одноименную статью под заглавием: «О присоединенных вихрях», в которой он дал первое верное объяснение того явления, на котором основан полет птицы, комара или полет самолета, если самолет летит со скоростью, заметно меньшей скорости звука¹. Сейчас уместно отметить 50-летие этого знаменитого открытия Н. Е. Жуковского.

В указанной статье Жуковский вывел формулу:

$$\bar{Y} = \rho \cdot \Gamma \cdot v_{\infty} \cdot \bar{n}_{\infty} \quad (1)$$

по которой, в основном, подсчитывается подъемная сила крыла самолета². Эта работа Жуковского самая важная из его работ, относящихся к теории авиации. Теорема Жуковского является, бесспорно, важнейшим

теоретическим шагом в теории дозвукового полета¹.

До этих работ Жуковского полет воздушного змея или птицы объясняли по Ньютону тем, что при движении вперед наклонная нижняя часть крыла (в силу инерции воздуха, который она отодвигает при этом вниз) как бы опирается на воздух. При более тщательной экспериментальной проверке, однако, все это оказалось совсем не так. Первый, кто в полном объеме понял истинную динамику полета, был Жуковский. Он не только понял истинную физическую причину полета, но, опираясь на это понимание, вывел вышеуказанную знаменитую формулу, определяющую величину и направление подъемной силы.

Кроме того, Жуковский на заре авиации вел большую организационную работу в области авиации, создал первую в России аэродинамическую лабораторию, был родоначальником знаменитой русской школы аэродинамиков. В. И. Ленин назвал Н. Е. Жуковского «отцом русской авиации».

Вывод основной формулы (1), данный самим Жуковским, не элементарный — он требует хорошего знания теории функций комплексной переменной. Было предложено много различных выводов этой формулы.

¹ Скорость полета птицы обычно меньше 100 км/час, еще меньше скорости полета насекомых. Скорость полета обычных самолетов с неактивными двигателями сейчас колеблется между 150 и 800 км/час, а скорость звука при нормальной температуре и обычном атмосферном давлении составляет около 1200 км/час.

² Смысл обозначений $\bar{Y}$, ρ , Γ , v_{∞} , $\bar{n}_{\infty}$ будет выяснен дальше.

¹ Как показывают современные исследования, теорема Жуковского в некотором смысле верна и для сверхзвуковых скоростей полета.

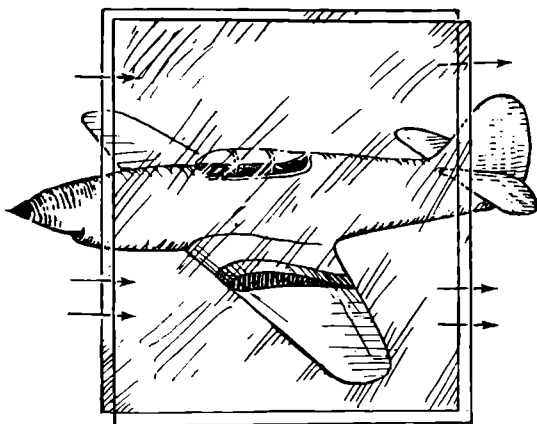


Рис. 1. Схематическое изображение обтекания крыла самолета

Цель настоящей статьи — дать еще один новый вывод формулы Жуковского, с одной стороны, совсем элементарный, так что он, надо думать, будет понятен любому технику, или даже любому человеку, имеющему среднее образование, с другой же стороны, вывод этот вводит во все подробности разбираемого вопроса. В то же время предлагаемый вывод по существу строгий. На существование леммы об ускорениях данного и сопряженного течений и на элементарное ее доказательство, приведенное в этой статье, обратил мое внимание аэродинамик Михаил Александрович Исакович. Без этой леммы предлагаемый в статье вывод получился бы менее изящным.

ПОЧЕМУ ЛЕТАЕТ САМОЛЕТ

Наиболее часто удивляются следующему. Как это самолет, который весит десятки тонн, может держаться в таком легком воздухе, через который мы передвигаемся, часто не ощущая его сопротивления? Заметим, во-первых, что воздух вовсе не такой уж легкий. 1 м^3 воздуха весит при обычной температуре и атмосферном давлении более 1 кг , так что воздух, находящийся в обычной комнате, например площадью в 20 м^2 и высотой в 3 м , весит более 60 кг , т. е. взрослый мужчина еле может его поднять. Однако суть дела вовсе и не в этом. Благодаря тому, что атмосфера имеет толщину в несколько десятков километров, несмотря на уменьшение плотности

воздуха с высотой, все же на нас давит огромный, очень тяжелый столб воздуха. Давление воздуха на уровне моря на каждый квадратный сантиметр около килограмма. Мы не чувствуем этого давления только потому, что оно со всех сторон одинаково и таково же давление во всех наших внутренних органах.

Сделаем теперь следующий расчет. Пусть размах крыльев самолета 25 м , а средняя ширина крыла около 4 м , т. е. полная верхняя и нижняя поверхность крыльев самолета имеет площадь в 200 м^2 . Давление атмосферы на 1 м^2 , т. е. на $100 \times 100 = 10\,000 \text{ см}^2$, равно 10 т и, следовательно, на 200 м^2 равно 2000 т . Пусть вес самолета со всеми находящимися в нем грузами 20 т . Речь идет о том, чтобы перераспределить огромное атмосферное давление в 2000 т на крыльях так, чтобы давление на верхнюю поверхность было меньше на 1% (на 20 т), чем на нижнюю. Это, оказывается, возможно сделать, если выбрать подходящий разрез (профиль) крыльев (более выпуклый кверху, чем книзу) и быстро горизонтально двигать крыло в воздухе, например при помощи пропеллера, вращаемого мотором, или реактивного двигателя. Настоящая статья как раз и пояснит, как происходит это нераспределение давления.

УСТАНОВИВШЕЕСЯ ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНОЕ ОБТЕКАНИЕ ПРОФИЛЯ КРЫЛА

Обтекание воздухом движущегося самолета может быть разбито на три части: I) обтекание основной части несущих его крыльев, II) обтекание «тела» самолета (фюзеляжа самолета), III) обтекание концов крыльев. В вопросе о поддерживающей силе,

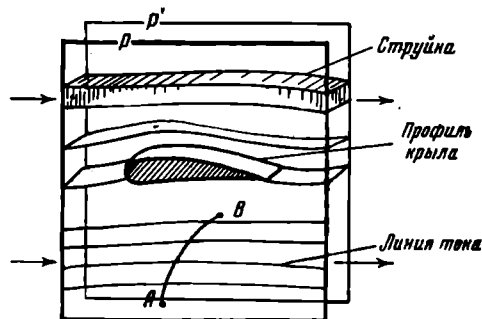


Рис. 2. Линии тока и струйки

позволяющей самолету держаться в воздухе, основную роль играет первая часть обтекания (I); только ее мы и будем здесь рассматривать.

Будем для простоты предполагать, что поверхность крыла — цилиндр с образующими, которые перпендикулярны направлению полета; направляющая цилиндра есть контур профиля крыла. Будем, кроме того, предполагать, что частицы воздуха в I-м обтекании в точности движутся в плоскостях P , перпендикулярных к образующим и одинаково во всех этих плоскостях.

Очевидно, достаточно рассмотреть (рис. 2) слой воздуха какой-либо толщины, например 1 см, лежащий между двумя параллельными плоскостями P и P' . Кроме того, достаточно рассматривать тот случай, когда самолет уже набрал высоту, летит прямолинейно и горизонтально, и скорость его установилась. Профиль («дужку») крыла можно считать неподвижным, а воздух между плоскостями P и P' несущимся навстречу самолету. Такое обтекание (течение) называется установившимся плоско-параллельным течением, или обтеканием профиля крыла самолета.

ЛИНИИ ТОКА, СТРУЙКИ, РАСХОД, ЦИРКУЛЯЦИЯ ТЕЧЕНИЯ ПО ДАННОЙ ЛИНИИ

Если проследить за установившимся плоско-параллельным течением воздуха, обтекающего профиль крыла, то очевидно, что всю плоскость P вне профиля крыла покрывает вполне определенное семейство линий, по которым в данном течении движутся частицы воздуха в этой плоскости (не молекулы воздуха в их тепловом движении, а его частицы величиной, например, с кубический миллиметр), эти линии называются линиями тока. Если рассмотреть (рис. 2) на плоскости P две близкие линии тока и построить цилиндрические поверхности с образующими перпендикулярными к плоскости P через них проходящие, то эти поверхности вырежут из слоя воздуха, заключенного между плоскостями P и P' , так называемую «струйку», «ограниченную» этими двумя линиями течения. Количество воздуха, протекающее через поперечное сечение такой струйки в единицу времени, называется расходом этой струйки.

В плоскости P можно в каждой точке построить вектор, направление которого сов-

падает с направлением скорости движения частицы воздуха, проходящей через эту точку, и длина которого в некоторой условной единице выражает величину скорости этой частицы. Так, всем точкам плоскости P , кроме точек профиля крыла, будут соответствовать некоторые векторы в плоскости P . Это так называемое векторное поле скоростей рассматриваемого установившегося плоско-параллельного течения.

Пусть теперь AB — некоторая линия в плоскости P (рис. 3), вообще говоря не линия тока, а произвольная линия, замкнутая или не замкнутая, все равно. Тогда, если бы векторы скоростей течения считать «как будто бы» это были силы, действующие на точку, то «работа», которую надо было бы совершить, для того чтобы продвинуть точку вдоль по линии AB против этих действующих на нее «сил», называется «циркуляцией», рассматриваемого векторного поля по этой линии AB .

Циркуляция поэтому приблизительно вычисляется так. Линия AB разбивается на очень малые элементарные отрезки, которые можно считать прямолинейными. Длина каждого из них умножается на величину проекции на этот отрезок вектора поля, соответствующего какой-либо точке этого отрезка и такие произведения, взятые для всех отрезков, на которые разбита линия AB , складываются.

Перейдем теперь к рассмотрению тех основных свойств обтекания, на которых мы будем основывать вывод формулы Жуковского.

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ДОЗВУКОВОГО УСТАНОВИВШЕГОСЯ ПЛОСКО-ПАРАЛЛЕЛЬНОГО ОБТЕКАНИЯ ПРОФИЛЯ КРЫЛА САМОЛЕТА

Опыт показывает, а теория подтверждает, что при скоростях, заметно меньших скорости звука, обтекание I практически удовлетворяет следующим трем условиям: 1) течение несжимаемое, 2) оно незавихренное и 3) ускорения, которые сообщает частицам воздуха пролетающий самолет, быстро убывают с увеличением расстояния R частицы

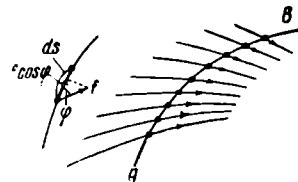


Рис. 3. Циркуляция поля скоростей по линии AB

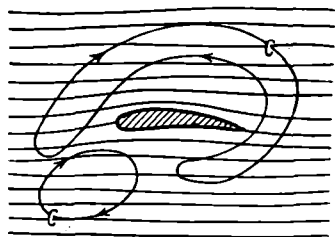


Рис. 4. Незавихренность поля скоростей

от самолета, а именно убывают по крайней мере как $\frac{1}{R^3}$.

Несжимаемость течения надо понимать в том смысле, что плотность воздуха везде одинакова. Течение называется незавихренным, если

равна нулю циркуляция этого течения по любому замкнутому контуру C (рис. 4), не обхватывающему крыла, т. е. такому, что этот контур непрерывным изменением в плоскости P можно свести в точку, не наткнувшись на профиль крыла.

Прежде чем перейти к доказательству теоремы Жуковского, нам придется рассмотреть три общих геометрических свойства плоско-параллельных течений, удовлетворяющих условиям (1) и (2).

ЛЕММА РИМАНА

Если плоско-параллельное течение незавихренное, иначе говоря, циркуляция течения по любому замкнутому контуру, не обхватывающему крыла, равна нулю, то циркуляция по замкнутому контуру, один раз обхватывающему крыло, не зависит от выбора этого контура.

Доказательство. Рассмотрим два разных замкнутых контура C_1 и C_2 (рис. 5), один раз обхватывающих крыло, и построим «мостик» AB , соединяющий эти контуры. Рассмотрим путь от точки A по контуру C_1 в указанном стрелкой направлении обратно до точки A , затем по мостику AB до точки B , далее по контуру C_2 в указанном стрелкой направлении снова до точки B и от точки B по мостику обратно в точку A — получится замкнутый контур, не обхватывающий крыла, вроде

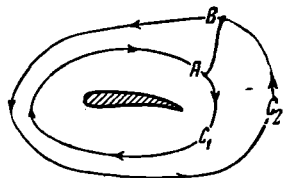


Рис. 5. Лемма Римана

контура, указанного на рис. 6, и потому циркуляция течения по нему будет равна нулю. Но циркуляция по мостику сокращаются друг с другом, потому что один раз точка про-

бегает мостик в одном, а другой раз в противоположном направлении. Циркуляции по контурам C_1 и C_2 , следовательно, равны по абсолютной величине и обратны по знаку. Если же на обоих контурах C_1 и C_2 поставить стрелки так, чтобы они обходили крыло не в противоположных направлениях, как на рис. 5, а в одном и том же, то циркуляции по ним будут равны. Таким образом, при незавихренном обтекании можно говорить просто о циркуляции течения вокруг крыла, не указывая, по какому именно контуру.

ИЗОТЕРМИЧЕСКАЯ СЕТКА, СВЯЗАННАЯ С НЕЗАВИХРЕННЫМ И НЕСЖИМАЕМОМ ТЕЧЕНИЕМ

Проведем линии тока так, чтобы расходы всех струек, выделенных каждой парой таких соседних линий, были одинаковыми и очень малыми. Обозначим эти расходы через ε . Разделим одну из струек, все равно какую, например струйку EF на «квадратики». Мы будем под этим понимать то, что в выбранной струйке мы расставим поперечные перегородки ортогональные (т. е. перпендикулярные) к направлению струйки так, чтобы получившиеся «прямоугольники» были «квадратами», т. е. чтобы там, где струйка шире, и перегородки стояли бы дальше друг от друга, а где уже — ближе друг к другу. Так будут, собственно, получаться не совсем квадраты, а криволинейные четырехугольники, так как и линия тока и перегородки будут слегка изогнуты. Но при малости ширины струек, что будет, если расходы ε струек выбраны весьма малыми, эти «квадратики» будут весьма мало отличаться от настоящих квадратов с прямолинейными сторонами. От каждой из этих перегородок, расставленных, как указано, в выбранной струйке EF , проведем дальше через другие струйки ортогональные траектории, т. е. линии, вообще говоря, кривые, но пересекающие все линии тока под прямыми углами. Так, все течение разобьется на маленькие «прямоугольники»; покажем, что все они будут тоже «квадратами».

Доказательство. Возьмем какой-нибудь из полученных «прямоугольников» и рассмотрим замкнутый



Рис. 6. Лемма Римана

контур $ABCD$ (рис. 7), не обхватывающий крыла, состоящий из стороны AB такого «прямоугольника», отрезка BC , ортогональной траектории до стороны CD «квадрата», лежащего в разделенной на квадраты струйке EF , стороны CD этого квадрата и, наконец, отрезка DA ортогональной траектории из конца D этой стороны в исходную точку A . Циркуляция течения по этому контуру, как замкнутому и необхватывающему крыло, равна нулю, т. е.

$$C_{AB} + C_{BC} + C_{CD} + C_{DA} = 0.$$

Но $C_{BC} = 0$ и $C_{DA} = 0$, так как проекции векторов течения на ортогональные к ним траектории равны нулю. Мы получаем, следовательно, что $C_{AB} + C_{CD} = 0$, или что $C_{AB} = C_{CD}$. Пусть теперь сторона AB рассматриваемого «прямоугольника», скажем, в k раз больше стороны DC соответствующего «квадрата», тогда, для того чтобы циркуляции течения по C_{AB} и C_{CD} были равны, необходимо, чтобы скорость течения на стороне AB прямоугольника была в k раз меньше, чем на стороне DC квадрата, но тогда, в силу несжимаемости течения и равенства расходов всех струек, ширина струйки, которой принадлежит рассматриваемый «прямоугольник», должна быть в том месте, где он лежит, в k раз больше, чем ширина струйки, которой принадлежит соответственный «квадрат». Таким образом, стороны рассматриваемого «прямоугольника» обе в k раз больше, чем стороны этого «квадрата», и потому он сам представляет собою тоже «квадрат».

Таким образом, всякое плоское несжимаемое и незавихренное течение дает такую «квадратную», так называемую «изотермическую»¹ сетку. Она получается, если провести линии тока так, чтобы они образовывали струйки одинаковых и весьма малых расходов и ортогональные к ним траектории, делящие хотя бы одну струйку на «квадратики».

ЛЕММА ОБ УСКОРЕНИЯХ ДАННОГО И СОПРЯЖЕННОГО ТЕЧЕНИЙ

Наряду с рассматриваемым плоско-параллельным несжимаемым и незавихренным те-

¹ Такие сетки называются изотермическими, так как они впервые были обнаружены при решении задачи о распространении тепла в пластинке.

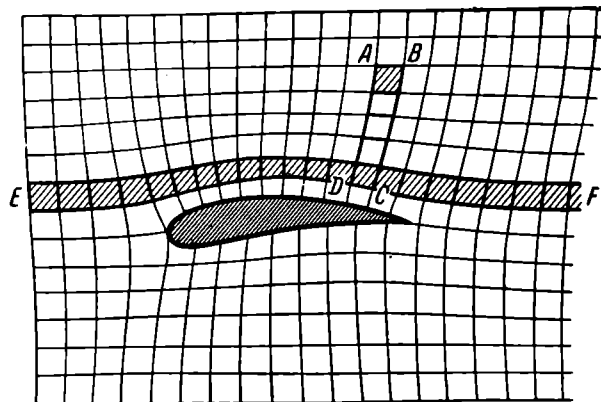


Рис. 7. Изотермическая сетка, связанная с плоско-параллельным обтеканием крыла самолета

чением, векторы скоростей которого мы будем обозначать через $\vec{v}$, а длины этих векторов через v ; мы будем рассматривать в той же плоскости P другое условное (фигтивное) течение, которое будем называть сопряженным с течением $\vec{v}$. Векторы скоростей этого течения будем обозначать через $\vec{u}$, оно такое, что в любой точке M плоскости P вектор $\vec{u}$ той же длины, как и вектор $\vec{v}$, т. е. $u = v$. Но вектор $\vec{u}$ перпендикулярен вектору $\vec{v}$, а именно, повернут на 90° против часовой стрелки по отношению к вектору $\vec{v}$. Линиями тока этого сопряженного течения $\vec{u}$ являются, очевидно, рассмотренные нами выше ортогональные траектории к линиям тока $\vec{v}$.

Докажем следующую лемму.

Лемма. Векторы ускорений у обоих течений $\vec{u}$ и $\vec{v}$ одинаковы.

Доказательство. Рассмотрим «квадрат» $ABCD$ (рис. 8), причем в этом рассуждении мы уже будем учитывать отступление «квадрата» от настоящего квадрата. Проведем $CD' \parallel AB$, построим касательные к линиям v в точках A и C и пусть E — точка пересечения этих касательных. Обозначим длины отрезков AB , AC , DD' и AE соответственно через a , b , β , и R . Как известно из курса средней школы, центростремительное (= нормальное) ускорение точки течения $\vec{u}$, идущей по линии AC , которую можно приближенно считать дугой окружности радиуса R с центром в точке E , равно $\frac{u^2}{R}$, где u — абсолютная

в левой части суммы, представляет собою кинетическую энергию единицы объема жидкости, а сумма остальных двух — потенциальную энергию этого объема, причем ее первое слагаемое p обуславливается давлением внутри жидкости, а второе $\rho \cdot g \cdot h$ — силой тяжести. Таким образом, уравнение Бернулли в такой форме просто выражает закон сохранения энергии. Это замечание и является одним из выводов уравнения Бернулли. В случае рассматриваемого несжимаемого течения воздуха плотность его ρ постоянна. Членом $\rho \cdot g \cdot h$ можно пренебречь, так как при сравнительно малой плотности ρ воздуха и малых h (дело в том, что плоскость, от которой мы отсчитываем h , можно всегда выбрать близкой к крылу), член этот для частиц воздуха, непосредственно прилегающих к крылу, которые нас будут в дальнейшем единственно интересоваться, много меньше двух других членов левой части, и поэтому формула приобретает вид:

$$\frac{1}{2} \rho \cdot v^2 + p = C,$$

где C — постоянная. Положим, в этой формуле $v = 0$, тогда мы получим, что $p = p_0$, где p_0 — атмосферное давление неподвижного воздуха, откуда следует, что $C = p_0$. Поэтому мы будем иметь формулу:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 = p_0 - p,$$

или, если обозначить через Δp разность $p_0 - p$ между атмосферным давлением p_0 и давлением p на крыло рассматриваемой частицы воздуха, двигающейся со скоростью v , то получим формулу:

$$\frac{1}{2} \rho v^2 = \Delta p.$$

Таким образом, непосредственно прилегающая к крылу самолета частица воздуха при обтекании профиля крыла будет оказывать на 1 см^2 поверхности крыла давление, отличающееся от атмосферного на $\Delta p = \frac{1}{2} \rho v^2$, если скорость этой частицы равна v . Теперь мы имеем все, что надо предварительно знать, для того чтобы приступить к предлагаемому нами доказательству теоремы Жуковского.

ДОКАЗАТЕЛЬСТВО ТЕОРЕМЫ ЖУКОВСКОГО

Рассмотрим замкнутый контур $CDD'C'$ (рис. 9), охватывающий один раз крыло AB ,

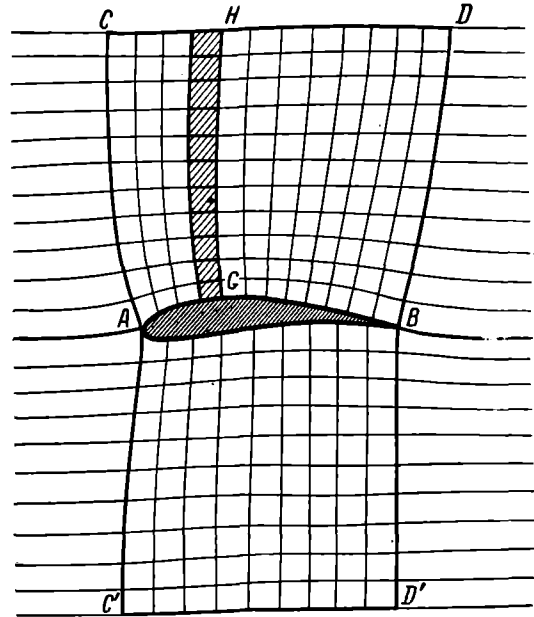


Рис. 9. Основной чертеж к доказательству теоремы Жуковского

и состоящий из ортогональных траекторий $C'AC$ и DBD' течения $\vec{v}$, из которых $C'AC$ есть первая касающаяся крыла спереди, а DBD' — последняя касающаяся его сзади, а CD и $D'C'$ — линии тока. Величину циркуляции течения $\vec{v}$ по этому контуру мы обозначим через Γ . В силу леммы Римана, циркуляция такая же для любого контура, один раз охватывающего крыло.

При пролетании самолета сквозь неподвижный воздух, частицы воздуха приобретают некоторые ускорения. Важно отметить, что это, очевидно, те же самые ускорения, которые частицы имели бы в воздухе, обтекающем неподвижный самолет, т. е. в течении $\vec{v}$, так как скорости всех частиц в обоих этих течениях отличаются друг от друга на постоянную по величине и направлению скорость, а именно, на скорость полета самолета. Частицы воздуха в течении $\vec{v}$ получают ускорения по двум причинам. Во-первых, потому что струйки, обтекающие крыло, вообще говоря, изогнуты, т. е. частица меняет при обтекании $\vec{v}$ направление своего движения, что вызывает так называемое нормальное ускорение. Во-вторых, за счет того, что струйки изменяют свою ширину, и, поэтому, в силу того, что течение несжи-

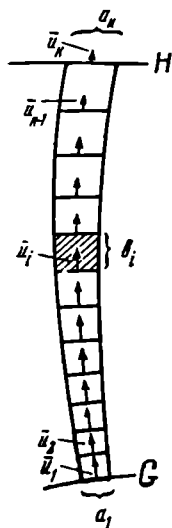


Рис. 10. Изображение одной взаимной струйки (к доказательству теоремы Жуковского)

Просуммируем сначала те силы, которые действуют на частицы одной заштрихованной полоски GH , ограниченной двумя соседними ортогональными траекториями. Так как нас интересуют только ускорения, а не сами скорости этих частиц, а ускорения те же самые у сопряженного течения $\bar{u}$, как у заданного течения $\bar{v}$, то мы при этом суммировании будем использовать не заданное, а сопряженное течение $\bar{u}$, так как тогда суммирование это будет проще.

Пусть $\bar{u}_1; \bar{u}_2 \dots \bar{u}_k$ векторы скоростей течения $\bar{u}$ в серединах сторон «квадратиков», на которые разбивается полоска GH (рис. 10). Тогда ускорение i -ой частицы полоски GH в течении $\bar{u}$ (а следовательно, в силу вышеуказанной леммы и в течении $\bar{v}$) равно:

$$\frac{\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_i}{\Delta t_i},$$

где Δt_i есть тот промежуток времени, за который точка проходит в течении $\bar{u}$ от нижнего до верхнего основания i -ой частицы.

Но $b_i = u_i \Delta t_i$, поэтому $\Delta t_i = \frac{b_i}{u_i}$, причем здесь u_i можно в знаменателе заменить на v_i , где v_i есть абсолютная величина скорости тече-

ния $\bar{v}$ в точках i -ой частицы, так как $v_i = u_i$. Найденное выше ускорение, таким образом, равно:

$$\frac{v_i (\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_i)}{b_i}.$$

Рассматриваемая частица имеет форму квадратной призмочки, высота которой ($\perp$ к плоскости P) равна 1 см, а основание — квадрат со стороною b_i см; поэтому ее объем равен b_i^2 и, следовательно, масса ее $\rho \cdot b_i$, где ρ — плотность воздуха, которая, в силу того что течение несжимаемо, везде одинакова. Сила, действующая на i -ю частицу, равна:

$$\bar{f}_i = \frac{\rho \cdot b_i^2 \cdot v_i (\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_i)}{b_i} = \rho \cdot b_i \cdot v_i (\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_i).$$

Но $\rho \cdot b_i \cdot v_i = \epsilon$ есть расход струйки течения $\bar{v}$, который был выбран для всех струек одинаковым.

Итак,

$$\bar{f}_i = \epsilon (\bar{u}_{i+1} - \bar{u}_i).$$

Обозначим теперь через $\bar{f}$ без индекса внизу векторную сумму сил, действующих на все частицы полоски GH . Она равна $\bar{f} = \bar{f}_1 + \bar{f}_2 + \dots + \bar{f}_{k-1}$ или, если написать подробно и вынести во всех членах постоянную величину ϵ за скобки:

$$\bar{f} = \epsilon (\bar{u}_2 - \bar{u}_1 + \bar{u}_3 - \bar{u}_2 + \dots + \bar{u}_k - \bar{u}_{k-1}),$$

что в силу попарного сокращения всех членов в скобке (кроме крайних) дает:

$$\bar{f} = \epsilon (\bar{u}_k - \bar{u}_1).$$

Введем вектор $\bar{n}_i$ длины 1, направление которого совпадает с направлением вектора $\bar{u}_i$, т. е. перпендикулярный к вектору $\bar{v}_i$ (так называемый орт направления $\bar{u}_i$), тогда мы будем иметь $\bar{u}_i = u_i \cdot \bar{n}_i$, или так как $u_i = v_i$, то $\bar{u}_i = v_i \bar{n}_i$. Число $\epsilon = \rho b_i v_i = \rho a_i \cdot v_i$, так как $b_i = a_i$. Подставляя эти выражения для $\bar{u}_i$ и ϵ в формулу, полученную для $\bar{f}$, мы будем иметь:

$$\bar{f} = \rho \cdot a_k \cdot v_k^2 \cdot \bar{n}_k - \rho a_1 v_1^2 \bar{n}_1.$$

Применяя во втором члене теорему Бернулли $\frac{1}{2} \rho v^2 = \Delta p$, мы получим:

$$\bar{f} = \rho a_k \cdot v_k^2 \cdot \bar{n}_k - 2 a_1 \Delta p_1 \bar{n}_1.$$

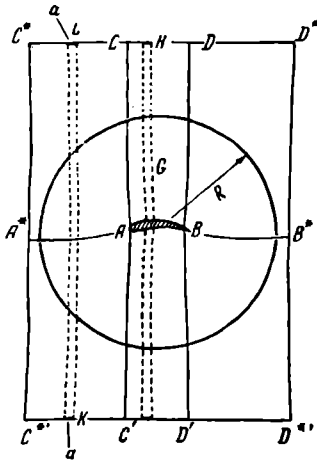


Рис. 11. Чертеж, поясняющий использование того, что ускорение убывает по крайней мере как $\frac{1}{R^2}$

воздух неподвижным, а самолет летящим. Вектор, обратный этому вектору скорости полета самолета, называют скоростью течения $\bar{v}$ на бесконечности и обозначают через $\bar{v}_\infty$, а его абсолютную величину через v_∞ . Так как мы рассматриваем горизонтальный полет самолета, направленный на наших чертежах влево, то вектор $\bar{v}_\infty$ горизонтален и направлен вправо и поэтому вектор $\bar{n}_\infty$, от которого сколь угодно мало отличается вектор $\bar{n}_k$, перпендикулярен к вектору $\bar{v}_\infty$ и повернут относительно него на 90° против часовой стрелки, т. е. вертикален и направлен вверх.

Приняв это во внимание, мы видим, что при достаточном удалении линий тока CD и $D'C'$ от крыла и при достаточно малом ϵ , $\bar{f}$ со сколь угодно малой относительной погрешностью может быть записана так:

$$\bar{f} = \rho \cdot a_k \cdot v_\infty^2 \cdot \bar{n}_\infty - 2 \cdot a_1 \cdot \Delta p_1 \cdot \bar{n}_1.$$

Просуммировав силы $\bar{f}$ по всем полоскам GH , заключающимся внутри контура $CDD'C'C$ над крылом до линии CD и по всем таким же полоскам под крылом до линии $C'D'$, мы при достаточно малом ϵ со сколь угодно малой погрешностью получим, что сумма $\bar{F}$ всех сил, действующих на все рассмотренные элементы воздуха, заключенные в нашем слое внутри контура $CDD'C'C$, равна:

Возьмем теперь линии тока CD и $C'D'$ достаточно далеко над крылом и достаточно далеко под крылом. Тогда везде в их точках будут как абсолютная величина v_k вектора v_k , так и его направление, т. е. и направление перпендикулярного к нему вектора $\bar{n}_k$, почти постоянны, а именно почти такие же, как у вектора, обратного вектору скорости полета самолета, если бы считать

$$\bar{F} = \rho \cdot \Gamma \cdot \bar{v}_\infty - 2\bar{Y},$$

где $\bar{Y}$ — векторная сумма всех сил давления на все площадки профиля крыла, т. е. сила, действующая на рассматриваемую вырезку крыла в 1 см шириной по размаху крыла. Действительно, циркуляция векторов скорости течения $\bar{v}$ по линиям DD' и CC' , как ортогональным к векторам $\bar{v}$, равна нулю, а циркуляции по CD и $D'C'$ как раз войдут с нужными знаками.

Окружим теперь профиль крыла в плоскости P кругом очень большого радиуса R (рис. 11) и рассмотрим замкнутый контур $C^*D^*D'^*C'^*C^*$, охватывающий и крыло и этот круг. Просуммируем силы, действующие на элементы воздуха рассматриваемого нами слоя, не только в полосках GH , но и в полосках KL . Векторная сумма сил, действующих на элементы одной такой полоски KL при достаточном удалении линий C^*D^* и $C'^*D'^*$ от крыла, со сколь угодно малой относительной погрешностью равна:

$$\text{равно } \bar{n}_\infty - \text{равно } \bar{n}_\infty = 0,$$

а поэтому и векторная сумма всех сил, действующих на все элементы всех полосок, заключающихся внутри областей $C^*CC'^*C^*$ и $DD^*D'^*D$ при фиксированной A^*B^* и сколь угодно растущих AC и AC' , сколь угодно мало отличается от нуля. Поэтому векторная сумма сил, действующих на все элементы слоя, охваченные контуром $C^*D^*D'^*C'^*C^*$ при больших AC и AC' , сколь угодно мало отличается от $\bar{F}$.

Но в силу принятого нами предположения, что ускорения частиц воздуха убывают с удалением их от крыла не медленнее, чем $\frac{1}{R^2}$, где R это удаление, как легко показать при вычислении векторной суммы сил, действующих на все элементы воздуха выделенного нами слоя, взятые до бесконечности, достаточно учитывать лишь те, которые находятся внутри круга R с достаточно большим радиусом, а остальными можно пренебречь (так как при достаточно большом R относительная ошибка, при этом происходящая, будет сколь угодно малой).

Из сказанного сейчас видно, что если приближать ϵ сколь угодно близко к нулю, то векторная сумма сил, действующих на все элементы воздуха слоя до бесконечности, точно равна найденной нами силе $\bar{F}$.

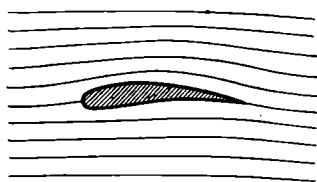


Рис. 12. Чертеж, поясняющий постулат Жуковского — Чаплыгина

Применим теперь для завершения вывода формулы Жуковского 3-й закон Ньютона о том, что сила действующая равна силе противодействующей и обратна ей по направлению, тогда мы можем напи-

сать, что $\bar{Y} = -\bar{F}$, т. е. что $\rho \Gamma v_{\infty} \bar{n}_{\infty} - 2\bar{Y} = -\bar{Y}$, откуда и получается формула Жуковского:

$$\bar{Y} = \rho \cdot \Gamma \cdot v_{\infty} \cdot n_{\infty}$$

Итак, теорема Жуковского дает по величине и направлению поддерживающую силу крыла самолета. Сила эта, как мы видели, в основном зависит от циркуляции Γ , но от чего зависит сама циркуляция Γ ? Вопрос этот очень сложный. Во всяком случае, при полете самолета циркуляция устанавливается в связи с несимметричностью профиля крыла. Кроме того, при заданном профиле циркуляция меняется при изменении угла атаки. Причина изменения циркуляции при изменении угла атаки была указана Жуковским и Чаплыгиным.

ЗАМЕЧАНИЯ ЖУКОВСКОГО И ЧАПЛЫГИНА ОБ ИЗМЕНЕНИИ ПОДЪЕМНОЙ СИЛЫ ПРИ ИЗМЕНЕНИИ УГЛА АТАКИ КРЫЛА

Если менять в некоторых небольших пределах угол атаки крыла, у которого, как всегда это бывает у птицы или у самолета, профиль такой, что острая

кромка имеется только одна — сзади, то как-то одновременно отметили Н. Е. Жуковский и С. А. Чаплыгин, та линия тока, которая отделяется от крыла сзади, будет от него отходить непрерывно от острой его кромки (рис. 12), ибо в противном случае, как легко показать, на острой кромке образовалась бы бесконечная скорость течения. Это простое, но важнейшее замечание обычно называется постулатом Жуковского — Чаплыгина. Передняя же линия, линия тока, которая отделяет часть течения, идущую над крылом, от той части, которая идет под крылом, будет подходить к крылу в разных точках его профиля в зависимости от величины угла атаки, поэтому и вообще вся картина линий тока при изменении угла атаки также изменится (рис. 13), и циркуляция течения вокруг крыла тоже, конечно, изменится. За счет этого и изменяется подъемная сила при изменении угла атаки.

* * *

Из рассмотренного выше доказательства теоремы Жуковского, между прочим, следует, что циркуляция, а следовательно и поддерживающая сила крыла, пропорциональна разности между числом полосок $\vec{CH}$, идущих от крыла сверху, и числом таких полосок, идущих от него снизу. Эта разность равна разности между числом «квадратиков», на которые разбиваются струйки, непосредственно примыкающие к крылу сверху и снизу.

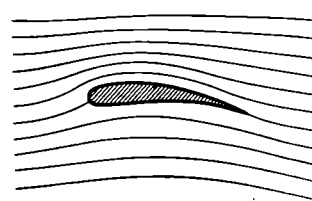


Рис. 13. Чертеж, поясняющий постулат Жуковского — Чаплыгина



СОЗДАНИЕ ТЕОРИИ СВЕРХПРОВОДИМОСТИ

Открытое в 1911 г. голландским физиком Камерлинг-Оннесом явление сверхпроводимости до самого последнего времени оставалось загадкой для физиков. Исследования 1956 и 1957 гг. принесли решающий успех в этом направлении. Попытаемся хотя бы в общих чертах изложить 'круг' идей, 'легших в основу решения одной из труднейших проблем современной физики.

Сопротивление электрическому току в проводниках складывается из двух частей: во-первых, движению электронов мешают неправильности в строении кристаллической решетки и посторонние примеси (эта часть сопротивления не зависит, естественно, от температуры); во-вторых, электроны в проводнике тормозятся из-за тепловых колебаний решетки. Колебания эти уменьшаются с понижением температуры и в соответствии с этим падает сопротивление. При абсолютном нуле сопротивление идеального кристалла должно обращаться в нуль — электрический ток, возбужденный, например, в кольцевом проводнике, должен циркулировать не затухая неопределенно долгое время. Однако в целом ряде металлов при температурах даже на несколько градусов выше абсолютного нуля наблюдается внезапное обращение сопротивления в нуль. В этом и заключается явление сверхпроводимости. Следует еще раз подчеркнуть, что это явление заключается не в падении сопротивления до малой величины, а в полном его исчезновении.

В течение долгого времени многочисленные попытки объяснить сверхпроводимость не имели успеха. Сдвиг намечился только в 1951 г., когда были получены экспериментальные указания на то, что сверхпроводимость объясняется взаимодействием электронов с кристаллической решеткой. Утверждение о взаимодействии электронов с решеткой означает, что электроны, сталкиваясь с ионами, составляющими решетку, могут либо передавать

им свою энергию, возбуждая тем самым колебания решетки, либо, наоборот, сами получать дополнительную энергию от нее — или, как говорят физики, поглощать колебания. Но все попытки хотя бы качественно объяснить явления сверхпроводимости на основе этого предположения потерпели неудачу.

В 1956 г. американский ученый Купер доказал, что электроны в металле могут образовывать связанные пары, и предположил, что это и является причиной сверхпроводимости. В основе доказательства Купера лежит представление о взаимодействии между электронами через кристаллическую решетку. Обмениваясь энергией с решеткой, электроны через ее посредство могут обмениваться энергией и друг с другом, что приводит к их взаимному притяжению.

Идея о связанных парах оказалась решающей по следующей причине.

Хотя при абсолютном нуле электроны находятся в состоянии с минимальной энергией, это отнюдь не значит, что все электроны покоятся: электроны в кристалле, как и в атоме, удовлетворяют принципу Паули, который гласит, что два электрона не могут находиться в одном и том же состоянии. Поэтому электроны при абсолютном нуле заполняют все энергетические состояния — от энергии, равной нулю, до некоторой максимальной, которая определяется числом электронов. Такое распределение электронов называется распределением Ферми при абсолютном нуле температур, а граничная энергия — энергией Ферми E_F . Легко видеть, что электрону с некоторой энергией E нельзя сообщить энергию меньшую, чем $E_F - E$, поскольку он попал бы при этом в уже занятое состояние. Электронам же с энергией E_F можно в принципе передать сколь угодно малую энергию. Доказательство Купера относится именно к электронам с

энергией в узкой области около E_F . Только такие электроны образуют связанные состояния (так как энергия связанной пары электронов меньше, чем энергия двух свободных электронов, образование пар энергетически выгодно.) Отсюда следует существенный вывод, что даже электронам с энергией наиболее близкой к E_F нельзя передать энергию, меньшую энергии связи пары. Из вышесказанного могло создаться впечатление, что сколь угодно малую энергию можно сообщить самой паре электронов. В действительности же оказывается, что парное движение электронов также начинается с некоторой пороговой энергии, всегда большей энергии связи пары.

Если электроны совершают упорядоченное движение в проводнике (т. е. по нему течет электрический ток) при очень низких температурах, то они будут распределены также по Ферми, с той лишь разницей, что к энергии каждого электрона добавится энергия поступательного движения. Если двигаться вместе с электронами, то торможение последних в результате их взаимодействия с примесями или колеблющимися ионами решетки будет представляться как увеличение их энергии. Как мы видели, такое увеличение запрещено, если передача энергии достаточно мала. Поэтому при малой скорости электронов и низких температурах

торможение электронов происходить не может.

Таким образом, идея Купера указывает путь для объяснения сверхпроводимости. Оставалась, однако, еще самая сложная часть задачи — именно ее количественное решение. Трудности, возникающие здесь, очень значительны, достаточно вспомнить, что мы имеем дело с коллективным взаимодействием огромного числа частиц — электронов и ионов в макроскопическом теле. В середине 1957 г. Купером в соавторстве с Бардиным и Шриффером была разработана количественная теория явлений сверхпроводимости.

Эта же задача, независимо от них, была несколько позже решена в СССР Н. Н. Боголюбовым, использовавшим метод, аналогичный тому, который применялся им, в связи с исследованиями сверхтекучести Бозе-газа со слабым взаимодействием.

Еще не все вопросы, относящиеся к сверхпроводимости, решены, и многие ученые как у нас, так и за рубежом продолжают успешно начатую линию исследования. Однако достигнут уже основной результат — качественное и количественное объяснение явления сверхпроводимости с отправных точек электронной теории проводимости.

Л. Д. Пушков

Московский физико-технический институт



НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

АСТРОНОМИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В 1958 ГОДУ

ЗАТМЕНИЯ

В 1958 году будет два солнечных затмения — 19 апреля и 12—13 октября. Оба они центральные, т. е. в обоих случаях ось конуса лунной тени вступит на земную поверхность. Первое из них произойдет вскоре после прохождения Луны через апогей, так что конец лунной тени не дойдет до поверхности Земли на расстояние до 20 тыс. км и затмение получится кольцеобразным. Второе произойдет лишь за несколько часов до прохождения Луны через перигей, так что длина лунной тени более чем на 10 000 км превысит расстояние до поверхности Земли, и затмение будет полное.

Кольцеобразная фаза солнечного затмения 19 апреля начнется в 4 час. 33 мин.¹ в районе Индийского океана, западнее Индии. Обогнув южную оконечность Индостана, полоса кольцеобразной фазы пересечет Индо-Китай, пройдет вдоль южных берегов Китая и Японии и закончится в 8 час. 20 мин. в северной части Тихого океана. Как частное это затмение будет видно в СССР, в Восточной Сибири и среднеазиатских республиках. Здесь затмение будет надвигаться с юго-запада, начиная с 5 час., причем Луна закроет нижнюю часть Солнца. Около 9 час. частное затмение покинет СССР в Камчатке. Частное затмение будет видно в Китае и в Южной Азии.

Полоса полного солнечного затмения, начавшись 12 октября в 22 час. 17 мин. к северо-востоку от Новой Гвинеи, пройдет между многочисленными архипелагами Океании к Южной Америке и закончится 13 октября в 1 час 33 мин. в центре Аргентины. Как частное оно будет видно в южной половине Тихого океана и в прилегающих частях Австралии и Южной Америки.

¹ Здесь и дальше приводится московское время.

Лунных затмений будет в 1958 году также два — 3 мая частное и 27 октября полутеневое.

3 мая Луна начнет вступать в полутень Земли в 13 час. 10 мин. К 15 час. 13 мин. наступит момент наибольшей фазы. Частное лунное затмение продолжится менее получаса. В 17 час. 16 мин. Луна покинет полутень.

Это лунное затмение будет видно в Тихом океане и в прилегающих к нему областях: в восточных частях Азии и Индийского океана, в Антарктике и в крайней западной части Северной Америки.

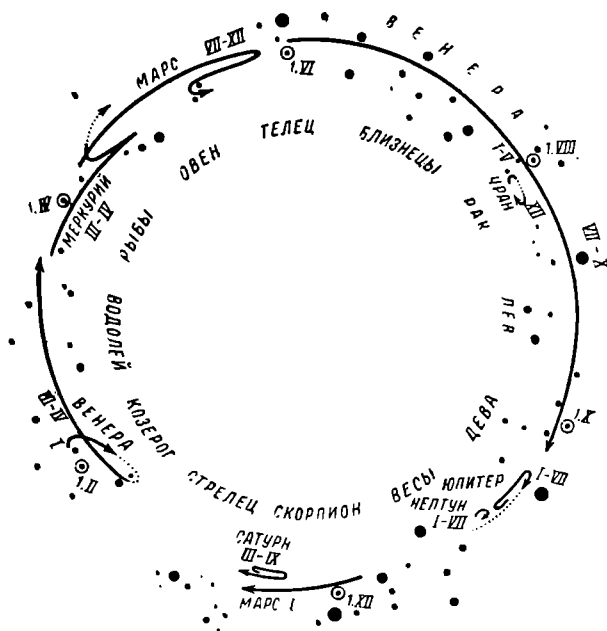
Второе лунное затмение будет полутеневым. Это значит, что на Луне произойдет лишь частное затмение Солнца. Земная полутень будет покрывать Луну с 16 час. 16 мин. до 20 час. 39 мин. В середине этого промежутка времени в земной полутени будет находиться 81% видимого диаметра Луны.

Это лунное затмение будет видно на всей территории СССР. Оно будет видно почти во всей Европе, кроме крайней западной ее части, в Азии, Австралии, Арктике и в сев.-зап. части Северной Америки.

ПЛАНЕТЫ

29 марта 1958 года, неподалеку от точки весеннего равноденствия, произойдет максимальное восточное удаление Меркурия от Солнца. В 10 часов оно будет равно $18^{\circ} 51'$. Поэтому конец марта — начало апреля представляют собой наилучший период вечерней видимости Меркурия, когда планета будет видна в средних широтах СССР до полутора часов. Такие условия повторятся лишь спустя 29 оборотов Меркурия вокруг Солнца, почти через 7 лет.

Утренняя видимость Меркурия будет хорошей в конце декабря и удовлетворительной в середине сентября. 18 сентября Меркурий в виде звезды —1 величины пройдет на $20'$ севернее Венеры,



Видимые пути планет в 1958 г.

блеск которой будет равен — 3,4 звездной величины.

В начале 1958 года Венера светит как звезда — 4,3 величины по вечерам на юго-западе. Она хорошо видна в созвездии Козерога.

Затем видимость Венеры ухудшается, так как 28 января — нижнее соединение Венеры. В это время она пройдет на 7° севернее Солнца, а расстояние ее от Земли составит всего 40 млн. км.

В марте Венера будет снова хорошо видна, но уже перед рассветом. 4 марта в 13 час. она достигнет максимального блеска в — 4,3 звездной величины. 9 апреля в 2 часа произойдет наибольшее западное удаление Венеры от Солнца на $46^\circ 23'$. С июля по октябрь Венера будет удовлетворительно видна по утрам. 9 сентября Венера пройдет на $1\frac{1}{2}^\circ$ к северу от α Льва.

Марс виден в начале 1958 г. в лучах утренней зари как красноватая звезда 1,8 величины, в пяти градусах к северу от еще более красного Антареса (α Скорпиона).

Минимальное расстояние между Землей и Марсом будет 9 ноября (72, 9 млн. км). Условия наблюдения Марса будут все время улучшаться и, наконец, очень благоприятными они станут во время его противостояния — 16 ноября, когда расстояние Земля—Марс составит 73,6 млн. км. В конце года планета будет видна в северном созвездии Овна.

В июле Марс будет восходить лишь в конце ночи, затем время восхода станет наступать все

раньше, причем блеск планеты будет увеличиваться. В октябре и ноябре Марс светит всю ночь как звезда — 1,8÷2 величины. В декабре планету увидят лишь по вечерам.

Противостояние Юпитера произойдет в 1958 г. 17 апреля. Это самое далекое противостояние Юпитера. Расстояние Земля—Юпитер уменьшится только до 670 млн. км. Следовательно, хотя блеск Юпитера достигнет — 2 звездной величины, видимость планеты будет не особенно хорошей, тем более, что она движется по созвездию Девы и светит невысоко над горизонтом.

Виден будет Юпитер с февраля по июнь, сперва под утро, потом всю ночь, а летом по вечерам. Все это время планета имеет обратное движение. В конце года Юпитер, снова двигаясь в прямом направлении, покажется в предрассветные часы в созвездии Весов.

16 апреля Юпитер пройдет всего на $12'$ севернее звезды m Девы, а 21 августа на $15'$ южнее нее. Это не намного дальше, чем отстоит от Юпитера 4 спутник, Каллисто. Система спутников каждый раз в течение целого месяца проходит мимо m Девы.

Сатурн будет виден в 1958 г. лучше всего летом, когда он светит на юге, невысоко над горизонтом, как звезда 0,2 ÷ 0,6 величины в созвездии Змееносца. Во время противостояния Сатурна 13 июля расстояние до него составит 1350 млн. км.

Кольцо Сатурна обращено к Земле северной стороной. В 1958 г. раскрытие кольца достигнет наибольшего значения. Малая ось кольца составит в этом году 1,14 полярного диаметра Сатурна, так что площадь проекции кольца на небесную сферу в два с половиной раза превысит площадь видимого диска планеты.

Противостояние Урана произойдет в 1958 г. 30 января, когда расстояние планеты от Земли составит 2620 млн. км. Уран хорошо будет виден как звезда 6 величины с января по апрель. Все это время он движется попятным движением (влево), медленно приближаясь к звездному скоплению Ясли в созвездии Рака; Ясли легко найти невооруженным глазом в виде туманного пятна диаметром $1,5''$. 15 апреля Уран будет как раз посередине между Яслями и звездой 4 величины δ Рака. Потом планета начнет прямое движение, быстро уходя от Яслей.

С приближением к моменту соединения с Солнцем, 5 августа, видимость Урана ухудшится. Но в конце года Уран в предутренние часы снова станет виден, уже в созвездии Льва.

27 августа в 2 часа Венера пройдет всего на $7'$ севернее Урана.

Нептун хорошо виден в первой половине

года как звезда 8 величины. В январе 1958 г. он находится к югу от звезды 4 величины κ Девы, приблизительно на одинаковом угловом расстоянии от нее и от λ Девы, тоже 4 величины. В течение первой половины года Нептун уйдет на 2° к западу (вправо) от этих звезд, а потом к ним приблизится и 17-го ноября пройдет посередине между ними. Время противостояния Нептуна — 24 апреля, 5 часов.

В конце сентября на градус к югу от Нептуна пройдет Юпитер.

В 1958 году Плутон движется приблизительно между звездами ζ Льва 3 величины и ν Льва 4 величины. В начале года он виден посередине

между ними. Двигаясь попятно, Плутон в течение четырех месяцев его видимости подойдет вдвое ближе к ζ Льва. Затем начнется прямое движение Плутона. В конце года он будет виден вдвое ближе к ν Льва, чем к ζ Льва.

Нептун приближается теперь к своему афелию, а Плутон к перигелию. Поэтому в противостоянии (20 февраля 1958 г. в 8 час.) расстояние Нептуна от Земли составит $\sim 4,5$ млрд. км, а расстояние Плутона от Земли будет немногим больше 5 млрд. км.

М. М. Лепский

Кандидат физико-математических наук
Кировоградский педагогический институт

НОВОЕ О РАДИОИЗЛУЧЕНИИ СОЛНЕЧНЫХ ПЯТЕН

Одним из интересных объектов, наблюдаемых на Солнце, являются солнечные пятна. Эти пятна — основной индикатор активности Солнца. Их изучение интересно, так как изменение солнечной активности влияет на целый ряд земных явлений, например, на распространение радиоволн, магнитное поле Земли, атмосферу Земли и т. д. Максимумы солнечной активности повторяются в среднем через каждые 11,5 лет.

Наши сведения о пятнах, о происходящих в них процессах довольно ограничены. Известно, что температура в пятнах составляет примерно 5000° — на тысячу градусов ниже, чем на так называемой видимой поверхности Солнца, фотосфере, поэтому они кажутся темными. Известно, что пятна появляются почти исключительно в зоне ограниченной $\pm 35^\circ$ по широте от экватора; отдельные пятна «живут» от нескольких дней до нескольких месяцев. Общая площадь пятен в годы максимума солнечной активности достигает нескольких процентов поверхности Солнца. В годы минимума пятен почти не бывает. Пятнам присуще очень сильное магнитное поле, достигающее 4—5 тыс. гаусс. Так как магнитные поля играют очень существенную роль в солнечных процессах, магнитное поле, по-видимому, является важнейшей характеристикой пятен. Большую часть пятна встречаются в виде так называемых биполярных групп, в которых имеется два пятна с разной полярностью магнитного поля, причем головное пятно (по направлению вращения Солнца) обычно больше по размерам и обладает более сильным полем.

В течение одиннадцатилетнего цикла полярность головного пятна определена и обратна по-

лярности головного пятна другого полушария. В следующем цикле полярности пятен меняются. Изучение магнитных явлений в пятнах и связанных с ними особенностей физических процессов представляет большой интерес и необходимо для понимания природы пятен.

Измерение полей в пятнах производится оптическим методом, путем наблюдения эффекта Зеемана (расщепления спектральных линий в магнитном поле). Этот метод позволяет определить напряженность поля только на фотосфере, так как слабое излучение оптически тонкой для видимого света солнечной атмосферы (хромосферы и лежащей выше короны) не может быть выделено на ярком фоне фотосферы.

Радионаблюдения могут дополнить данные, получаемые оптическими методами. Солнечная атмосфера представляет собой сильно ионизованный газ. Прозрачность такого газа различна для разных длин волн и зависит от концентрации электронов (или ионов). Так, для волн метрового диапазона непрозрачны уже верхние области короны, где электронная плотность составляет около 10^7 см^{-3} . Излучение метрового диапазона, исходящее из более глубоких слоев, в короне поглощается и не может быть видно. Таким образом, для метровых волн корону можно считать «черной», следовательно, как всякое черное тело, согласно закону Кирхгофа, она должна излучать в этом диапазоне в соответствии со своей кинетической температурой.

Для волн сантиметрового диапазона корона совершенно прозрачна, и слои, в которых излучение этого диапазона поглощается (из которых, соответственно, мы принимаем излучение), лежат

значительно глубже там, где электронная концентрация достигает 10^9 — 10^{10} см⁻³. Это соответствует верхним слоям хромосферы.

Наблюдения излучения на разных длинах волн позволяют как бы зондировать солнечную атмосферу, получать сведения с разных высот. Изучение радиоизлучения областей пятен позволяет составить представление о физических условиях в атмосфере Солнца над пятнами, где вследствие наличия сильного магнитного поля могут наблюдаться некоторые особенности.

Известно, что ионизованный газ, пронизанный магнитным полем, становится двоякопреломляющей средой, т. е. такой средой, в которой характеристики распространения (коэффициент поглощения и коэффициент преломления) различны для волн правого и левого знака вращения круговой поляризации (так называемых обыкновенной и необыкновенной волн).

Это приводит к тому, что в солнечной атмосфере над пятном расщепляются уровни излучения для обыкновенной и необыкновенной волн, т. е. излучение этих волн идет с разных эффективных высот, а так как температура на разных высотах в атмосфере Солнца различна, это расщепление должно привести к круговой поляризации излучения. Таким образом поляризация излучения, измеренная на разных длинах волн, может служить характеристикой магнитного поля для разных эффективных высот солнечной атмосферы (точнее, характеристикой, связывающей напряженность поля, электронную плотность и температуру).

Поляризация радиоизлучения пятен до последнего времени наблюдалась преимущественно в диапазонах дециметровых и метровых волн, за излучение которых ответственна корона (высоты выше 50 000 км над фотосферой).

В 1956 г. начаты наблюдения поляризации

радиоизлучения пятен в Главной астрономической обсерватории в Пулковке на волне 3 см. Излучение этого диапазона исходит из верхних слоев хромосферы (высоты около 10 000 км над фотосферой). Аппаратура для этих наблюдений была изготовлена в Физическом институте Академии наук под руководством проф. С. Э. Хайкина и ст. научного сотрудника Н. Л. Кайдановского. Принцип действия аппаратуры заимствован из известной методики оптических поляризационных измерений. В его основе лежит применение поляризационного модулятора, позволяющего исключить неполяризованный фон излучения источника (см. схему, рис. 1). Энергия, собираемая зеркалом радиотелескопа (1), поступает в круглый волновод (2), в котором могут распространяться волны с любой плоскостью поляризации. В круглый волновод вставлена диэлектрическая пластинка (3), вносящая задержку в полволны для тех колебаний, электрический вектор которых лежит в плоскости пластинки. Если эту пластинку, являющуюся модулятором, привести во вращение, то будет также вращаться и плоскость поляризации волны, распространяющейся в волноводе. После модулятора круглый волновод переходит на прямоугольный (4), в котором может распространяться волна только определенной поляризации, при этом прямоугольный волновод выполняет роль анализатора. При вращении перед анализатором плоскости поляризации линейнополяризованного сигнала, энергия в прямоугольном волноводе оказывается промодулированной. Этот модулированный сигнал подается на вход приемника (5), усиливается и регистрируется выходным устройством. Очевидно, что неполяризованное излучение (естественный свет) не модулируется и не мешает выделению поляризованной компоненты.

Для выделения круговой поляризации в антенный тракт с помощью специального блока сменных секций вводится пластинка, которая задерживает колебания на четверть волны и преобразует сигнал с круговой поляризацией в линейнополяризованный. Этот сигнал затем модулируется. Для наблюдений использовался радиотелескоп с диаметром рефлектора 4 м. Материал, полученный после нескольких месяцев наблюдений¹, позволил сделать следующие основные выводы.

Из областей Солнца, расположенных над крупными пятнами, исходит поляризованное по кругу излучение. Оно очень устойчиво и возникает с тем же знаком вращения поляризации при повторном появлении пятна (через один оборот Солнца).

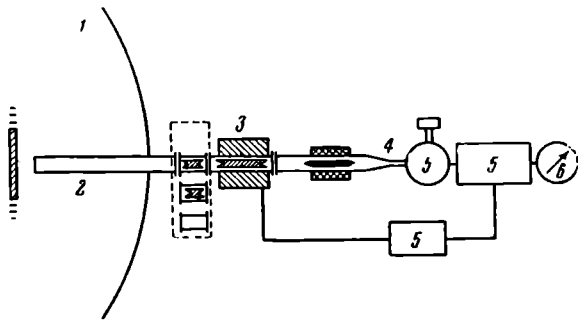


Рис. 1. Схема поляризационного радиометра. 1. Зеркало радиотелескопа. 2. Круглый волновод. 3. Диэлектрическая пластинка. 4. Прямоугольный волновод. 5. Приемник. 6. Выходное регистрирующее устройство

¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. 112, 1957, № 6, стр. 1012—1015.

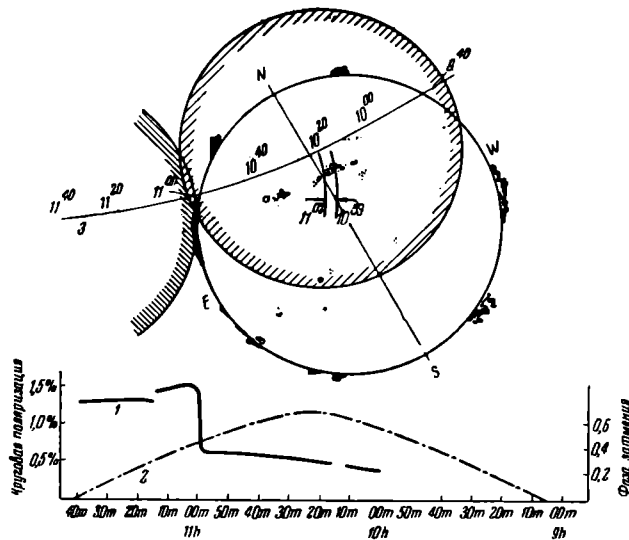


Рис. 2. Ход частного затмения 2 декабря 1956 г. в Пулковке

Для некоторых пятен величина поляризованной компоненты излучения достигала 5% от излучения всего Солнца.

Знак поляризации оказался связанным с полярностью магнитного поля на фотосфере. Северному магнитному полюсу соответствует правополяризованное излучение, южному — левополяризованное.

Одновременно проводились наблюдения линейной поляризации, ее величина не превышала 0,5% и ее не удалось связать с видимыми изменениями на Солнце.

Радиотелескоп, на котором проводились наблюдения, не обладал достаточной разрешающей способностью для того, чтобы можно было определить размеры излучающей области.

С целью определения размеров были предприняты наблюдения поляризации во время частного солнечного затмения 2 декабря 1956 г. в Пулковке¹.

На рис. 2 показан ход затмения, которое наблюдалось начиная с максимальной фазы, так как оно началось под горизонтом. На рисунке кривая 1 показывает ход изменения поляризованного по кругу сигнала, 2 — фазу затмения, 3 — изображает траекторию центра Луны. В интенсивности поляризованного сигнала наблюдался резкий скачок, начавшийся в 10 часов 59 мин. по местному времени.

На рис. 3 приведен участок записи хода затмения, включающий скачок. Здесь же в соответствующем

масштабе показана группа пятен и последовательные положения края лунного диска. Видно, что источник поляризованного излучения открывался примерно в течение трех минут, причем максимальное нарастание сигнала произошло за 1,5 мин. и соответствует открытию одного из ядер хвостового пятна.

Учитывая скорость движения

Луны относительно Солнца, можно определить угловой размер излучающей области — он составляет менее 0,5 угловых минут. Зная размер области и принимаемую мощность, легко определить эффективную температуру поляризованного излучения — она составляет 400000 градусов.

По современным представлениям, хромосфера состоит из отдельных волокон, из которых самые горячие могут быть нагреты до 150000 градусов.

Наблюдаемая высокая температура поляризованного излучения не может быть обусловлена ни одним из известных типов хромосферных волокон. Для объяснения наблюдаемого эффекта (полагая излучение тепловым) необходимо допустить существование в областях, ответственных за излучение, уплотнений с температурой около $5 \cdot 10^6$ градусов и сильным магнитным полем. Это могут быть так называемые корональные конденсации, иногда наблюдаемые в районе пятен. Для выявления связи поляризации излучения с напряженностью поля и другими характеристиками среды имеющегося материала недостаточно.

Продолжение наблюдений во время Международного геофизического года, изучение поляризации на других волнах сантиметрового диапазона, сопоставление с данными оптических наблюдений безусловно помогут выявить эту связь.

Д. В. Корольков, Н. С. Соболева

Главная астрономическая обсерватория Академии наук СССР (Пулково)

¹ См. «Солнечные данные», 1957, № 1, стр. 149—151.

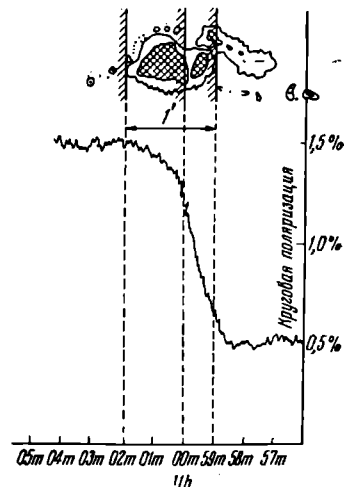


Рис. 3. Участок записи хода изменения кривой поляризации радиоизлучения во время солнечного затмения

О ВОЗДУШНОМ И КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ

В настоящее время человечество переживает период весьма интенсивного роста своей власти над силами природы. В частности, эта власть проявляется в различных способах движения человека в пространстве. Характернейшей для нашего времени формой движения является полет, и прежде всего полет аэродинамический, т. е. основанный на опоре на воздух путем использования аэродинамических сил для преодоления силы тяжести.

В настоящее время к аэродинамическому полету добавился уже реализованный в натуре полет космический, основанный на использовании законов баллистики, примененных к пустоте, т. е. законов небесной механики. В связи с этим возникает актуальная задача сопоставить оба эти вида полета и найти переходные формы между ними. Обращаясь к истории авиации, можно установить ряд тенденций в ее развитии. В первую очередь очень ярко проявляется неуклонный рост скоростей полета. Можно установить в общем, что максимальные достигнутые к данному времени скорости полета за последние полстолетия удваивались через каждые 10÷12 лет. Неразрывно с ростом скорости росла и высота полета. Скорость и высота полета тесно связаны друг с другом потому, что аэродинамические силы (в частности и подъемная сила) пропорциональны произведению плотности воздуха ρ на квадрат скорости полета v , т. е. величине ρv^2 .

Если считать, что для обеспечения нормальных условий полета эта величина должна иметь определенное значение, то уменьшение плотности воздуха с высотой должно компенсироваться соответствующим ростом скорости полета.

Здесь не ставится задача дать более или менее точную количественную картину рассматриваемых явлений: мы ограничиваемся только анализом их общего характера. Для такой приближенной оценки можно принять, что плотность воздуха уменьшается вдвое при подъеме на каждые 6 км при высотах до 12 км, а при более значительной высоте — при подъеме на каждые 4,4 км.

Из изложенных условий вытекает, что для обеспечения неизменных общих предпосылок полета нужно соответственно увеличивать скорость полета.

Однако при росте скорости, помимо аэродинамических сил, становится все более и более заметной и иная сила, также противодействующая силе тяжести. Этой силой является инерционная сила — центробежная, возникающая оттого, что летящий

по горизонтали самолет движется по окружности, имеющей центром центр Земли.

Доля веса, теряемая вследствие этого, составляет:

$$-\Delta G = \frac{v^2 (R + H)}{gR^2},$$

где g ускорение силы тяжести на поверхности Земли, R радиус земного шара и H высота полета. Так как обычно H много меньше R , то можно приближенно написать

$$-\Delta G = \frac{v^2}{gR}.$$

Если v измерено в метрах в секунду, то приближенно

$$-\Delta G = \frac{v^2}{64000000}.$$

Чтобы иллюстрировать эту формулу, можно привести такие примеры:

1. Если человек весом в 64 кг идет по горизонтальному пути медленным шагом со скоростью примерно равной 3,6 км/час (1 м/сек), то 1 мг его веса уже компенсируется действием инерционной центробежной силы.

2. Если тот же человек едет по горизонтальной дороге на автомашине со скоростью 72 км/час (20 м/сек), то уже 0,4 г его веса компенсируются инерционной центробежной силой.

3. Если же человек летит на реактивном самолете типа ТУ-104 со скоростью примерно равной 300 м/сек, то уже 90 г его веса компенсируются инерционной центробежной силой.

4. При полете с труднодостижимой в наше время, но с уже реальной скоростью порядка 1000 м/сек, человек потерял бы за счет инерционной центробежной силы около килограмма своего веса.

Известно, что небесные тела движутся по своим орбитам так, что инерционная центробежная сила и сила тяжести в первом приближении полностью компенсируют друг друга (точная полная компенсация имеет место при точной круговой орбите). Поэтому рассмотренная инерционная центробежная сила может быть названа, в противоположность аэродинамической несущей силе, космической несущей силой.

Итак, по мере роста высоты и скорости полета все большая и большая доля веса летящего тела поддерживается космической силой и все меньшая и меньшая доля — силой аэродинамической.

Скорость, необходимая для обеспечения горизонтального полета при таких условиях сначала

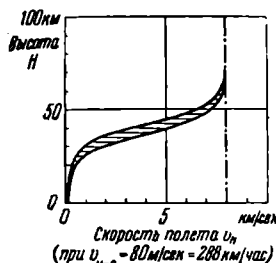


Рис. 1. Изменение с высотой скорости самолета, обеспечивающей горизонтальный полет

парата такова, что у поверхности Земли нормальный полет обеспечен, если скорость равна 80 м/сек (288 км/час). При этом приводятся две кривые, указывающие нижний и верхний предел возможной скорости полета.

Из рисунка 1 следует, что на высотах более 60 км скорость полета достигает предельного значения — первой космической скорости. Это значит, что на таких высотах аэродинамические силы теряют полностью свое значение. Следует дополнительно отметить, что здесь теряют свое значение обычные способы аэродинамических расчетов вследствие высокого разрежения воздуха, при котором действие его на поверхность самолета все в большей и большей степени сводится к простой сумме ударов отдельных молекул.

Воздух, прорезаемый воздушным кораблем, нагревается и нагревает обшивку самолета. Степень такого нагревания зависит от количества кинетической энергии, приносимой потоком воздуха к единице поверхности самолета за единицу времени. Эта величина пропорциональна плотности воздуха и кубу скорости его движения.

Если поток кинетической энергии воздуха у поверхности Земли принять равным единице и считать, что скорость самолета растет с высотой (см. рис. 1), то на различных высотах мы получим поток энергии, меняющийся так, как показано на рис. 2. Здесь также даны две кривые, соответствующие нижнему и верхнему пределу возможной скорости полета. На высоте в 26 км его возможный верхний предел будет в 100 раз больше, чем у поверхности Земли, на высоте в 33 км — в 400 раз больше, на высоте около 40 км даже в 760 раз больше, чем у Земли. На высоте примерно в 40 км достигается максимум, после чего идет быстрое снижение, и на высоте в 90 км эффект примерно такой же, как у поверхности Земли.

В соответствии с кривой рисунка 2 находится и температура разогрева оболочки самолета. Кон-

растет быстро с высотой. При более значительных высотах рост скорости замедляется, и, наконец, на высотах несколько более 60 км скорость оказывается равной практически постоянной величине около 8 км/сек.

На рис. 1 показано такое изменение скорости, построенное исходя из условия, что константа летательного а-

кретные значения температур на разных высотах назвать трудно — они зависят от материала и характера тех или иных способов охлаждения, от формы нагреваемой детали и т. д.

Можно отметить, например, что в настоящее время достигнуты условия, при которых $\rho v^3 / \rho_0 v_0^3$ достигает величин порядка 40. Это имеет место, например, при полетах американского самолета-снаряда «Навахо» при скоростях 3600—4800 км/час на высотах 25—30 км. Можно полагать, что недопустимые для длительного полета условия возникают примерно при $\rho v^3 / \rho_0 v_0^3 > 100$. Бесспорно одно, — явления прогрева от трения о воздух очень значительны на высотах в пределах примерно от 30 до 60 км. Кстати, следует отметить, что именно на таких высотах сгорает большинство метеоров, хотя условия их прогрева несколько отличаются от рассмотренных здесь условий.

Таким образом, можно считать, что тепловые явления, сопровождающие высотный и скоростной полет, делят прилегающее к земному шару пространство на три различные зоны:

1. Нижняя зона высотой в 20—30 км — область применения обычных видов авиации и воздухоплавания, использующих динамическую или статическую опору летательного корабля на воздух атмосферы.

2. Средняя зона высотой примерно от 30 до 60 км менее пригодна для полетов. При динамической опоре на воздух летящее тело очень сильно разогревается, а воздухоплавательные средства здесь исключаются вследствие чрезвычайно малой плотности воздуха.

3. Верхняя зона располагается выше 90—100 км. В этой зоне возможно без особого разогревания полет, при котором сила тяжести компенсируется рассмотренной выше центробежной (космической) силой.

Из сказанного следует, что существуют две резко различные области полетов — нижняя, которую можно назвать областью авиации, и верхняя, которую можно назвать областью космических полетов, или космонавтики.

Следовательно, несмотря на то, что воздушный полет при росте высоты полета постепенно переходит в полет космический, практически между двумя этими областями имеется существенное различие и они пространственно разделены слоем, менее пригодным для длительного полета.

Рассмотрев вкратце эти общие соображения, можно поставить вопрос о том, какой практический интерес могут представлять полеты в каждой из рассмотренных областей.

Прежде всего выясним, где выгоднее перемещаться с энергетической точки зрения.

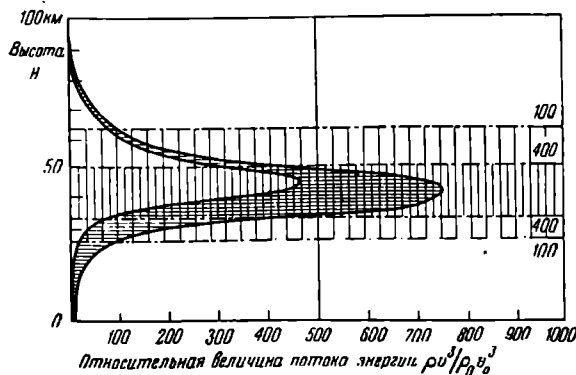


Рис. 2. Изменение с высотой количества кинетической энергии, приносимой потоком воздуха к единице поверхности самолета за единицу времени

Если рассмотреть в самом общем виде с этой точки зрения полет обычного самолета, то можно считать приближенно, что сила сопротивления воздуха полета пропорциональна квадрату скорости полета. Правда, при скоростях, близких к скорости звука ($340 \text{ м/сек} = 1220 \text{ км/час}$), имеется некоторое отступление от этого закона, состоящее в повышении сопротивления (звуковой барьер).

Однако это обстоятельство не меняет в целом рассматриваемой картины.

Основным при этом остается, что энергия, необходимая для полета на то или иное расстояние, оказывается пропорциональной дальности полета.

Иначе обстоит дело при переходе к космическому кораблю. Чтобы обеспечить его движение, его нужно поднять на достаточную высоту H и сообщить ему соответствующую скорость v_k . Необходимая для этого энергия равна приближенно

$$E_k = GH + \frac{Gv_k^2}{2g}.$$

Значение v_k должно быть таким, чтобы центробежная сила, возникающая при полете вокруг Земли, равнялась весу корабля G .

При таких условиях

$$v_k^2 = g \frac{R^2}{R + H}.$$

Обычно $H \ll R$. Поэтому можно считать, что $v_k^2 = gR$.

При таких условиях

$$E_k = GH + \frac{1}{2} GR = G \left(H + \frac{1}{2} R \right).$$

Приближенно $E_k = \frac{1}{2} GR$.

Следовательно энергия, необходимая для космического полета, равна величине, не зависящей от дальности полета.

Можно поставить вопрос: при каких же условиях (например, при какой дальности полета) обычный самолет затрачивает столько же энергии на движение, сколько нужно для полета космического корабля. Приведенный нами расчет, основанный на имеющихся в настоящее время предположениях, дает следующий результат: при обычных условиях полета перспективный скоростной самолет со скоростью порядка 3000 км/час при дальности полета порядка 15000 км может быть заменен ракетой, которая будет при таких условиях обладать примерно такой же транспортной способностью, как и этот самолет.

Отсюда следует, что в принципе полет в космическом пространстве, на высоте в несколько сот километров над поверхностью Земли, может рассматриваться как целесообразный вид скоростного транспорта между центрами, удаленными друг от друга на несколько тысяч километров. Можно предполагать, что будет перспективным использование такого вида транспорта на трассах Европа — Китай, Европа — Индия, Европа — Америка, Америка — Китай, Китай — Индия.

Можно отметить и некоторые специальные маршруты, например Москва — Мирный (в Антарктиде).

Конечно, все сказанное здесь содержит в себе много допущений и предположений. Приведенные здесь примеры и расчеты далеко не исчерпывают вопроса и не вскрывают тающихся в нем противоречий.

Однако несомненно, что развитие техники летания приводит к росту скоростей и высот полета, и это рано или поздно должно привести в перерастанию обычного воздушного полета в полет космический.

Атмосфера, образно выражаясь, как нежная мать поддерживала человека при его первых попытках оторваться от Земли. Но по мере развития средств летания эта материнская поддержка постепенно перерастает в помеху, летательные машины стремятся освободиться от опеки и поддержки матери — атмосферы и стремительно вырываются в свободное от преград космическое пространство.

Первый шаг в этом направлении был сделан уже сравнительно давно. Несколько лет баллистические ракеты летают, поднимаясь на высоты в сотни километров.

В Советском Союзе успешно осуществлены запуски межконтинентальной ракеты, продолжает свой стремительный полет вокруг Земли искусственный спутник. Вероятно, в течение ближайших десяти лет возникнет и космический транспорт, связывающий отдельные центры Земли дорогами, проложенными через недавно еще недоступ-

ное космическое пространство. Чтобы такая проблема была решена практически, необходимо преодолеть многие трудности. Особенный интерес представляет вопрос о том, как космический корабль будет проходить через слой воздуха на высоте 30—90 км, где возможно весьма значительное разогревание. Здесь, видимо, намечаются следующие пути. Подъем будет производиться, по-видимому, по почти вертикальной линии. При этом сила тяги жидкостного реактивного двигателя будет компенсировать силу тяжести. При таких условиях скорость подъема будет незначительной и опасности разогрева не будет. Необходимо, впрочем, учесть, что подъем на небольшой скорости приводит к существенному увеличению расхода горючего. Расчеты показывают, что масса горючего, необходимого для подъема, обратно пропорциональна скорости подъема. Поэтому, вероятно, окажется целесообразным предусматривать и достаточную жаропрочность корпуса ракеты, чтобы допустить возможно более значительную скорость подъема через атмосферу. Благоприятным при этом будет также то обстоятельство, что с увеличением скорости подъема высота возрастает, а, следовательно, плотность воздуха уменьшается. Эти обстоятельства позволяют совер-

шать подъем с относительно большей скоростью без риска опасного разогрева аппарата.

При спуске окажется необходимым путем аэродинамических тормозов или обратного действия реактивных двигателей погасить по возможности скорость на высоте более 100 км и затем опустить машину на малой скорости вниз, поддерживая ее реактивной силой. Однако такой способ потребует очень большого дополнительного запаса горючего, что сильно снизит эффективность и экономичность аппарата.

Возможно и иное решение: пройти опасный в тепловом отношении слой атмосферы на большой скорости, в течение наиболее короткого промежутка времени. Прогрев аппарата происходит постепенно. Поэтому температура внутренних частей конструкции будет существенно ниже, чем при длительном полете.

Подобные задачи представляют большой научный и технический интерес и заслуживают подробного рассмотрения. Но они выходят за пределы данной статьи и должны быть изложены отдельно.

Профессор Г. И. Покровский

*Военно-воздушная инженерная академия
им. Н. Е. Жуковского (Москва)*

СОЕДИНЕНИЕ РЕКИ КУБАНИ С ЧЕРНЫМ МОРЕМ

В начале прошлого столетия Кубань впадала в Черное море, протекая через обширный Кизилташский лиман. В 1819 г. жители станиц Старо-Титаровской, Ахтанизовской и Темрюкской, желая опреснить соленые Ахтанизовский и Курчанский лиманы, прорыли канал, по которому вода Кубани пошла в Ахтанизовский лиман, а Ахтанизовский и Курчанский лиманы соединились каналом, получившим название «Темрюкского гирла»¹.

В силу того, что наклон поверхности к Азовскому морю больше, чем к Черному, главная масса кубанской воды стала течь в Азовское море. Поток кубанской воды в Азовском море особенно увеличился в 50-х годах прошлого столетия, когда, в связи с попытками организовать пароходное сообщение по Кубани и превратить Темрюк в морской порт, была проведена расчистка фарватера реки в ее низовьях. После этого старое русло Кубани, идущее к Черному морю, стало еще больше мелеть. В 1900 г. оно представляло собой глубокий ерик, шириною, однако, не более 5,5 метра.

В дальнейшем поступление кубанской воды в черноморское русло реки постепенно сокращается, что сильно повлияло на характер водного режима Кизилташской группы лиманов и на их связь с Черным морем. Бугазское гирло, в прошлом широкое и даже доступное для пароходов, постепенно мелело и в 1918 г. было окончательно засыпано песком со стороны моря¹.

Лиманы Кизилташский, Бугазский, Витязевский и другие осолонились. Крупное рыболовство, ранее развитое здесь, почти исчезло. Так, по данным на 1928 г., в Кизилташской группе лиманов улов рыбы с одного гектара снизился до 8 кг., в то время как в опресненных лиманах, примыкающих к Азовскому морю, он составлял от 270 до 360 кг.

По наблюдениям 1927 г., черноморское русло Кубани было мелководным и представляло собой цепь отдельных озер и плёсов, очень заросших камышом и соединенных между собой небольшой глубины протоками-ериками с едва заметным течением. В дальнейшем, в связи с использованием

¹ См. Л. Я. Апостолов. Географический очерк Кубанской области, Тифлис, 1897, стр. 105.

¹ По данным Л. Я. Апостолова, ширина этого гирла в 90-х годах составляла около 640 м, а глубина — от 2,5 до 4 м.



Бугазский лиман в районе гирла до заполнения
сентябрь. 1954 г.)

кубанской воды для орошения рисовых полей, расположенных в низовьях реки, сооружением Тщикского и Шапсугского водохранилищ, забором воды через Невинномысский канал для орошения засушливых районов Ставрополя, поступление воды Кубани в ее черноморское русло, даже во время половодий, совершенно прекратилось, и оно окончательно высохло, превратившись в балку с высокими и обрывистыми берегами.

Потеря постоянной связи с Черным морем и с Кубанью привела к тому, что Кизилташские лиманы стали постепенно мелеть. Во время наших посещений лиманов в середине сентября 1953 и 1954 гг. они были почти совершенно сухими, и только в местах, прилегающих к морю, имелись небольшие лужицы, образовавшиеся за счет фильтрации морской воды через песчаный берег. Огромные же площади дна бывших лиманов превратились в территорию с сильно засоленной почвой, поросшей солянкой и отчасти полынью. Анализ воды, взятой нами в центральной части Бугазского лимана в середине августа 1953 г. после сильного дождя, показал содержание в ней хлора 27,6 г/л. Через месяц, после сухой и ясной погоды, количество воды в лимане очень уменьшилось, а содержание хлора в том же месте достигло 106,3 г/л.

Уже в первые годы после окончания гражданской войны, в связи с восстановлением и дальнейшим развитием рыбного хозяйства Краснодарского края, встал вопрос об опреснении Кизилташской группы лиманов и превращении их в важный район рыбоводства и рыболовства. Для этого в годы первой пятилетки предлагалось сбросить воды Кубани в Кизилташские лиманы, используя ее старое чер-

номорское русло. Было подсчитано, что для полного опреснения Кизилташских лиманов потребуется около 9% годового расхода воды в Кубани ниже Раздер¹. Предлагался и второй вариант: собрать воды кубанских рек и плавней и передать их затем через систему небольших озер и каналов в Кизилташские лиманы².

Более простым и дешевым был первый вариант. Однако осуществить его в годы до Великой Отечественной войны не удалось, так как основное внимание в крае было уделено тогда сооружению в долине Кубани Тщикского и Шапсугского водохранилищ, а также строительству ирригационных систем для нужд рисосеяния.

В 1949 г. по инициативе темрюкских районных организаций были возобновлены работы по расчистке черноморского русла Кубани, начатые в небольших размерах еще до войны. При этом, кроме опреснения Кизилташской группы лиманов и использования их для массового размножения многих ценных видов рыб, особенно кефали, имелось в виду организовать в прилегающих колхозах орошаемое земледелие на площади в несколько тысяч гектаров, а также использовать русло для нужд местного судоходства.

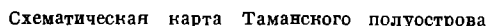
Работы продолжались с некоторыми перерывами в течение пятой пятилетки. В январе 1955 г. было закончено сооружение головного шлюза и магистрального канала, который прошел в основном по главному руслу Старой Кубани. Второстепен-

¹ Раздеры — то место, где Кубань разделяется на два больших рукава — собственно Кубань и Протону.

² См. Труды Азовско-Черноморской научной рыбохозяйственной станции, Ростов-на-Дону, 1930, вып. 7, стр. 111—117.



Обводненный Бугазский лиман и канал, соединяющий его с морем



позволяет пропускать всего лишь 4 м³/сек. Предполагается вместо этого моста построить новый с более широким створом.

В настоящее время забор воды в лиманы из Черного моря осуществляется специальным каналом. Весной, при открытии шлюза, более теплая вода в лимане стимулирует заход в него рыбы из моря. Осенью, при открытии гирла, наоборот, в лиман поступает более теплая морская вода, что стимулирует выход рыбы в море. Кубанская вода необходима только для поддержания желаемого горизонта воды в лиманах и для распреснения их во вторую половину лета и в начале осени, главным образом в сухие годы. В остальное время распреснение идет преимущественно за счет атмосферных осадков.

Теперь соленость воды в Кизилташском и Бугазском лиманах поддерживается в 28—32‰, т. е. в полтора—два раза выше солености воды Черного моря, что в сочетании с илистым дном, богатым питательными веществами, служит благоприятным условием для разведения кефали.

Использование Кизилташских лиманов для нереста и нагула кефали и другой рыбы уже в 1955 г. дало положительные результаты.

Осуществление вышеуказанных гидротехнических мероприятий возобновило связи между Кубанью и Черным морем.

Е. И. Капитонов
Кандидат географических наук,
И. А. Бембер

Краснодарский государственный педагогический институт.

И. А. Бембер. К вопросу гидрологии и гидрохимии Кубанских лиманов, Ученые записки естественно-географического факультета Краснодарского государственного педагогического института, вып.

XVII, 1956; В. Борисов, Е. Капитонов. Река Кубань, Краснодар, 1954; Н. Я. Данилевский. Исследования о Кубанской дельте, Записки Русского географического общества СПб, т. 2, 1869.

О КОЛЕБАНИЯХ УРОВНЯ АРАЛЬСКОГО МОРЯ

Аральское море — конечный бассейн крупнейших рек Средней Азии Аму-Дарья и Сыр-Дарья — обладает, как и другие замкнутые бассейны пустынной зоны, весьма неустойчивым уровнем.

Режим этого огромного моря-озера зависит в основном от притока в него речных вод, поэтому Арал оформился как крупный бассейн лишь после того, как воды Аму- и Сыр-Дарьи стали полностью впадать в обширную Аральскую впадину. Обе эти

реки обладают большим непостоянством: на протяжении позднейших этапов геологической истории они неоднократно перемещались и то впадали в Арал, то поворачивали в сторону и частично или полностью отдавали воду другим впадинам Средней Азии. Когда же Аму-Дарья поворачивалась на больший или меньший срок, например, в сторону Сыр-камыш-ша, уровень Арала резко понижался. Но и в те времена, когда и Аму- и Сыр-Дарья впадали в

Арал полностью, уровень Арала тоже изменялся, хотя и с меньшей амплитудой. Эти изменения, происходившие уже в значительной степени на глазах человека, оставили после себя очень четкие следы.

Колебания Арала издавна привлекали внимание ученых. Правда, первые исследователи говорили главным образом о террасах — свидетелях бывшего более высокого уровня и делали вывод о происходящем усыхании Арала. Но есть свидетели и низких уровней Арала — промытые на его дне русла, которые четко прослеживаются среди многочисленных островов Акпектинского архипелага в юго-восточной части моря-озера (рис. 1). Здесь общее очертание русел с примыкающими к ним низинами, продолжающими сухие русла Жаны-Дарьи (древний дельтовый проток Сыр-Дарьи) и Акча-Дарьи (древний дельтовый проток Аму-Дарьи), а также отдельные отрезки меандрирующих более глубоких участков русел просвечивают сквозь воду в наиболее мелких местах заливов.

Террасы Арала сложены морскими осадками с большим количеством раковин морских моллюсков, местами почти сплошь покрывающих поверхность равнины, подвергавшейся затоплению. Наиболее высокая терраса, соответствующая максимальной трансгрессии, сложена серыми песками с *Cardium edule*. Пески эти большей частью пере-

веяны; терраса имеет эоловый рельеф из меридионально вытянутых гряд высотой до 3—5 м. Максимальная ширина террасы достигает 1—1,5 км; она тянется вдоль сухих русел Жаны-Дарьи и Акча-Дарьи и языками неправильной формы вдаётся по понижениям среди высоких гряд в область древнего эолового рельефа песков Юго-Восточного Приаралья. Но далеко не всегда эта терраса выражена так четко. Чаше следы максимального стояния Арала отмечены лишь сизовато-серой полосой, прослеживающейся на определенном уровне на фоне желтых склонов высоких песчаных гряд, ниже которой всегда встречаются морские раковины.

На 1,5—2 м ниже этого горизонта располагается морская терраса, сложенная карбонатными светлыми голубовато-серыми суглинками, насыщенными раковинами тех же морских моллюсков, что и верхняя терраса. Небольшие участки этой террасы встречаются главным образом вдоль русел и по наиболее низким котловинам и понижениям. Еще ниже простираются солончаковые поверхности, прослеживающиеся до уреза воды Аральского моря.

Все эти три поверхности, находящиеся сейчас выше уровня воды, свидетельствуют о более высоких стояниях Арала. При подъеме воды море затопило значительные пространства низменных побережий и глубоко ингрессировало по межгрядовым понижениям. Особенно далеко оно продвигалось вверх по руслу Жаны-Дарьи: морские раковины *Cardium edule*, *Hydrobia*, *Caspia* и др. встречаются до ширины колхоза Джамац-Бай, т. е. на 100 км выше современных юго-восточных заливов Арала.

Какова же была высота максимального уровня Аральского моря?

Л. С. Берг еще в начале нашего века писал, что уровень террасы с *Cardium edule* находится на 4 м выше воды в современном Арале, т. е. на абсолютной отметке

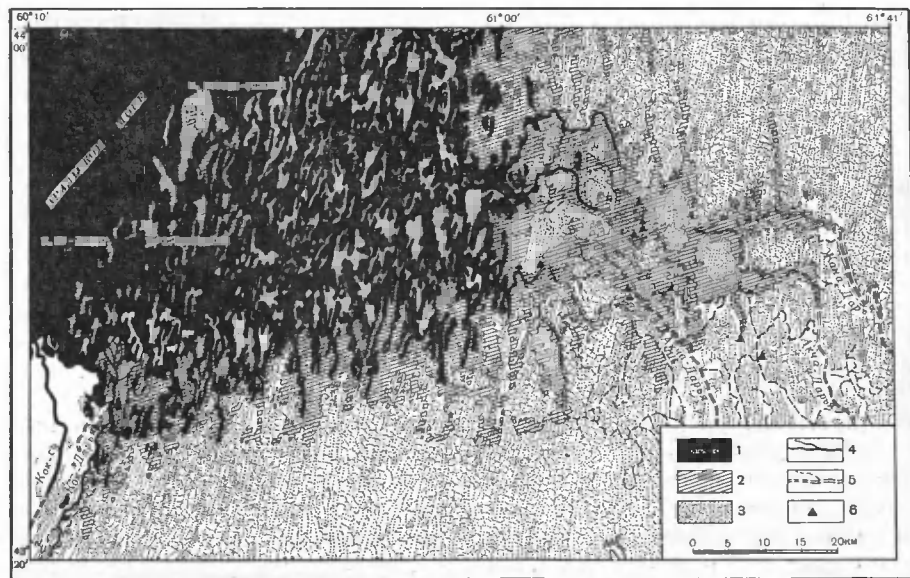
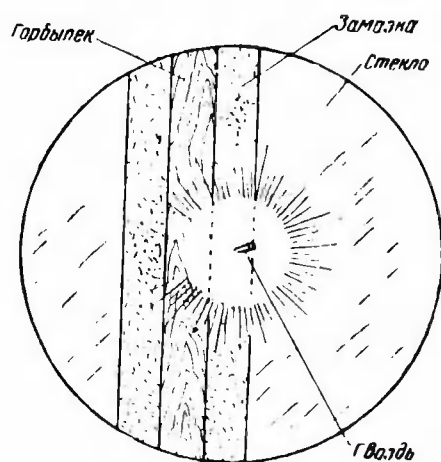
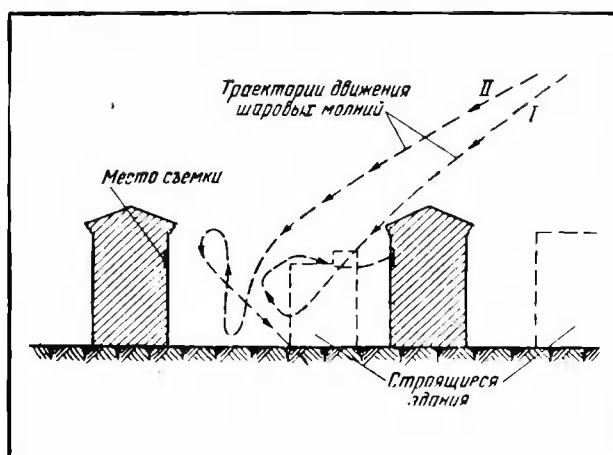
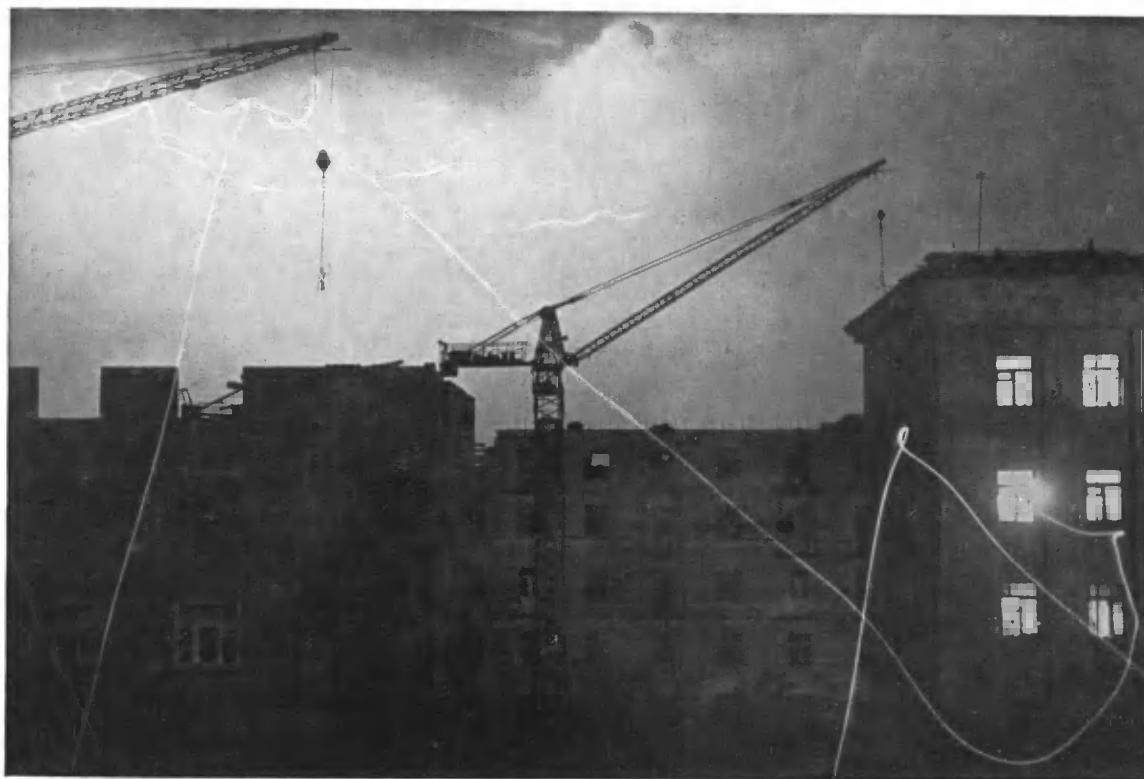


Рис. 1. Карта юго-восточного побережья Аральского моря. 1 — морские воды; 2 — районы, ранее затоплявшиеся водами Арала; 3 — пески; 4 — русла, затопленные морем; 5 — сухие русла, 6 — стояния первобытного человека

РЕДКАЯ ФОТОГРАФИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ



РЕДКАЯ ФОТОГРАФИЯ ШАРОВОЙ МОЛНИИ

27 августа 1957 г. вечером во время сильной грозы, разразившейся над Харьковом, я решил сфотографировать молнии, которые в этот вечер сверкали особенно часто. Примерно в 23 ч. 30 мин. я установил фотоаппарат на окне, направив объектив на участок неба, где чаще всего происходили электрические разряды, открыл затвор и стал ждать разряда. Когда вспыхнули молнии, я находился в другой комнате и самого разряда не наблюдал, заметил только, что очень сильно засверкало за окном. Жена, находившаяся в это время в комнате, где был установлен фотоаппарат, заметила, что был слышен какой-то сухой, резкий треск, напоминавший треск разрываемой ткани. Объектив я закрыл после разряда примерно через 1,5 мин., всего пленка экспонировалась 3,5—4 мин.

На следующий день, проявив пленку, я обнаружил, кроме характерных изломанных линий молнии, какие-то плавные кривые линии. Отпечатав снимки и рассмотрев их, я пришел к выводу, что эти кривые линии изображают полет шаровых молний. Одна из них закончила свой путь на переплете окна на 4-м этаже соседнего дома.

Слышанный при фотографировании треск очевидно был разрядом шаровой молнии. При этом окно не было повреждено, но следы остались — обуглившийся участок деревянного горбылька переплета в длину не более 3,5—4 см, на стекле радиально расходящиеся полоски копоти длиной 1—1,5 см и рыхлая замазка.

Молния была сфотографирована зеркальной камерой «Фоклендер», объектив (анастигмат скопар) со светосилой 1:3,5, фокусное расстояние $F = 7,5$ см, диафрагма — 11, пленка негативная, изопанхром, чувствительность 65 ед. ГОСТ. На схемах изображены расположение здания во дворе нашего дома и след молнии на окне.

Б. В. Давыдов

Харьков

Редакция журнала «Природа» обратилась к проф. И. С. Стекольникову (Энергетический институт Академии наук СССР) с просьбой высказать свои соображения по поводу данной фотографии шаровой молнии. Проф. И. С. Стекольников сообщил следующее:

«В фотографии, полученной Б. В. Давыдовым, наиболее интересной частью являются две тонкие ровные линии, выходящие из точки, проектирующейся на канал линейной молнии. По снимку, произведенному неподвижным аппаратом, нельзя сделать однозначного заключения о том, следы какого явления видны на фотографии — шара, удлиненного тела, ветвей линейной молнии и т. п., а также какова скорость продвижения этого процесса. Обращает на себя внимание, что ширина названных полос остается почти неизменной на всей длине. Из этого обстоятельства можно сделать заключение, что либо диаметр канала уменьшается по мере приближения к фотоаппарату, либо диаметр очень мал и его изображение находится за пределами разрешающей способности объектива.

Нужно отметить, что целый ряд подобных фотографий опубликован в статье «Photographs of Unusual Discharges Occurring During Thunder storms». R. E. Holzer and E. J. Workman (Journal of Applied Physics, v. 10, 1939, № 9, p. 659)».



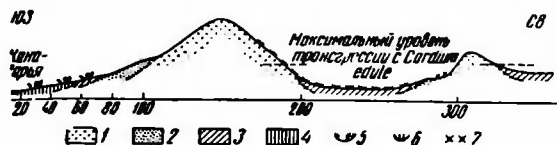


Рис. 2. Профиль правого берега Жана-Дарьи в 16 км к востоку от восточных заливов Арала: 1 — желтые пески; 2 — серый песок; 3 — мергелистые суглинки; 4 — тяжелые колончатые суглинки; 5 — сарсазан (*Halospartum strobilaceum*); 6 — *Tortula desertorum*; 7 — стоянка Аксага-2

в 54 м¹. Однако А. Л. Яншин наглядно показал, что в Северном Приаралье терраса с *C. edule* залегает на разных уровнях, от отметок в 53 м до 64 м, и что низкие уровни приурочены к древним синклиналям, а высокие к древним антиклиналям. Это позволило А. Л. Яншину сделать вывод о том, что осадки древнеаральской террасы дислоцированы². Следовательно, по данным, полученным в Северном Приаралье, установить истинный уровень максимальной трансгрессии Аральского моря нельзя.

Район Юго-Восточного Приаралья располагается в области обширной древней Сырдарьинской тектонической депрессии. Нивелировка показала, что максимальная высота верхней террасы с *Cardium edule* находится здесь на 3,5—4 м выше современного уровня воды в Арале (рис. 2). Абсолютная отметка среднего уровня современного Арала равна 53 м. Следовательно, абсолютная высота максимальной древнеаральской трансгрессии на юго-восточном побережье равна 56—57 м, т. е. значительно выше, чем указал Л. С. Берг. Если учесть, что наименьшее стояние Арала зафиксировано на абсолютной отметке в 49,25 м (1880 г.)³, амплитуда колебания его уровня за недавнее историческое время оказывается равной около 8 м.

Большинство исследователей считало, что колебания уровня Арала связаны с климатическими изменениями. По данным Б. Д. Зайкова, за многолетний период Арал более 90% воды получает за счет поверхностного стока, из которого на долю Аму-Дарьи приходится 73,4% и Сыр-Дарьи — 23,2%. Расходуется же вода почти исключительно на испарение⁴.

Следовательно, режим Аральского моря зависит, с одной стороны, от климатических изменений, происходящих непосредственно в районе Арала и, с другой стороны, от изменений стока

Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи, что также связано в основном с климатическими изменениями в горах.

Могли ли происходить столь резкие колебания уровня моря, достигшие 8 м, без достаточно серьезных климатических изменений. Чтобы ответить на этот вопрос, интересно проследить колебания уровня за время, когда проводились метеорологические и гидрометрические наблюдения на Аральском море. Оказывается, что уровень Арала за это время изменялся довольно резко: с 1880 до 1955 г. море поднялось не менее чем на 4 м. Вместе с тем известно, что никаких катастрофических изменений в климате за это время не было отмечено. Возможно, что в период максимальной трансгрессии Арал и получал какое-либо дополнительное питание, например со стороны рр. Чу и Сары-Су, а может быть, и р. Тургая. Но исходя из тех колебаний, которые происходят у нас на глазах, можно считать, что такое повышение уровня могло быть и без крупных и длительных климатических изменений.

Аральское море всегда отличалось большой неустойчивостью уровня, и затопление побережья никогда не было продолжительным. Об этом говорит отсутствие сколько-нибудь значительных по мощности морских осадков в этом районе: как правило, они отмечаются лишь слоями, измеряемыми немногими сантиметрами. Раковины *C. edule*, *Hydrobia* и др. встречаются всюду, но лишь на поверхности и местами в маломощных поверхностных отложениях (рис. 3).

В низовьях протоков Жаны-Дарьи на десятки километров можно встретить среди россыпей раковины *Cardium edule* и раковины пресноводного мол-

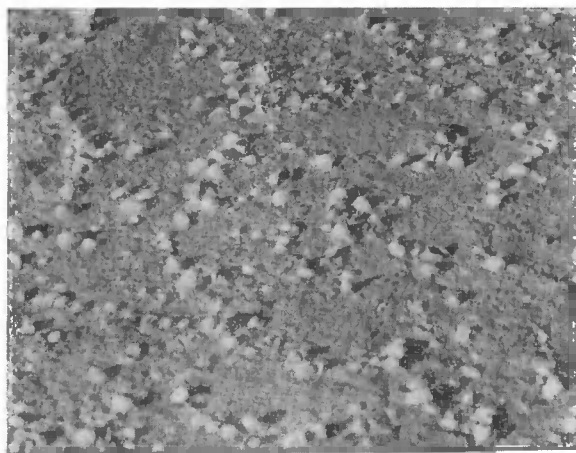


Рис. 3. Раковины моллюсков *Cardium edule*, покрывающие поверхность террасы максимальной трансгрессии Арала

¹ См. Л. Берг. Аральское море. Опыт физико-географической монографии, СПб., 1908.

² См. А. Л. Яншин. Геология Северного Приаралья, 1953.

³ См. Л. С. Берг. Об абсолютной высоте уровня Аральского моря, Записки Государственного гидрологического института, т. VI, 1932, стр. 74—78.

⁴ См. Б. Д. Зайков. Современный и будущий водный баланс Аральского моря, Труды научно-исследовательских учреждений ГУМС, 1946, сер. IV, вып. 39, стр. 25—59.

люска *Anodonta*. Несмотря на большую хрупкость, эта раковина обычно бывает целой и сохраняет обе створки; *Anodonta*, следовательно, не пассивно выносилась речным потоком в морские заливы, а находится *in situ*. Совместное залегание пресноводных и морских раковин можно объяснить только частыми сменами режима.

Когда же была максимальная древняя аральская трансгрессия?

А. Л. Яншин на основании расположения стоянок кельтаминарской культуры, по берегам существовавшего во время трансгрессии восточнее г. Аральска залива, приходит к выводу о том, что трансгрессия, отложившая на берегах Арала пески с *Cardium edule*, произошла в III тысячелетии до нашей эры.

Работая совместно с Хорезмской экспедицией, мы убедились, что первобытные стоянки действительно приурочены к берегам максимальной трансгрессии Арала. Большинство встреченных стоянок расположено на склонах песчаных гряд в непосредственной близости от бывших береговых линий или в ближайших к затоплявшимся районам котловинах, но всегда вблизи русел. Создается полное впечатление того, что люди жили на берегах морских заливов, в которые впадали протоки Жаны-Дарьи.

Однако стоянки юго-восточного побережья датируются, по определению С. П. Толстова, X—VII вв. до нашей эры, т. е. они почти на два тысячелетия моложе стоянок Северного Приаралья. Таким образом, получается, что в Северном и Юго-Восточном Приаралье максимальная древнеаральская трансгрессия была как бы разновременной, что, конечно, невозможно. Объяснить это, как нам кажется, можно тем, что такого высокого уровня Арал достигал не один раз и в разное время.

Сейчас можно говорить по крайней мере о двух высоких стояниях Арала, достигавших близких максимальных уровней в III-ем и в начале I-го тысячелетия до нашей эры. В промежутках между этими трансгрессиями и позднее уровень Арала резко снижался, о чем свидетельствуют как русла, затопленные в настоящее время морем, так и более низкие террасы и следы береговых линий.

Режим Арала в XVIII, XIX и начале XX в. достаточно полно осветил Л. С. Берг (1908, 1932), а за последующие годы, вплоть до 1940 г. — Б. Д. Зайков (1946).

О поведении Аральского моря в последние годы можно судить по наблюдениям, проводимым на ряде станций, расположенных на берегах и островах Арала. Предварительное ознакомление с данными наблюдений позволяет установить, что после того

как горизонт Арала поднялся с 1880 по 1910 г. на 3 м, он, продолжая находиться на высоком уровне, все же довольно резко изменяется. Наивысшие уровни Арал занимал в 1915, 1925, 1935, 1936, 1945 и 1955—1956 гг., держась на отметках, близких к 52 м, а в 1956 г. даже выше 53 м. Наинизший уровень за эти годы был в 1920 г., когда отметки горизонта воды снизились до 51,5 м. Амплитуда между наинизшим уровнем 1920 г. и наивысшим в 1955 г. достигла почти 2 метров.

Такой резкий подъем горизонта воды в Арале за последние годы вызвал новые большие затопления Юго-Восточного Приаралья. В настоящее время это затопление идет очень интенсивно (рис. 4). Сравнение границы распространения воды в руслах, зафиксированной аэрофотосъемкой 1952 г., с тем, что наблюдалось в октябре 1956 г., показывает, что за прошедшие 4 года вода по руслу Жаны-Дарьи продвинулась вверх на 22 км, а по одному из южных русел Акча-Дарьи — на 10 км. Прошлогодний след автомашины, проехавшей по сухому дну русла, уходит сейчас под воду. На расстоянии 0,5 км выше по руслу от границы распространения воды дно русла Жаны-Дарьи оказалось настолько вязким, что проехать по нему было уже невозможно. Караванные тропы, по которым еще недавно проходили верблюды, в наиболее низких местах также затоплены.

Глинистые пространства, окружающие заливы, насыщены водой и превращены в вязкие, мокрые солончаки. Все это свидетельствует о том, что сейчас уровень моря находится более высоко, чем в предыдущие годы.

В заключение, еще раз интересно обратить внимание на давно известный факт, что ход кривой изменений уровня Арала противоположен ходу



Рис. 4. Заливы Аральского моря по межгрядовым понижениям

кривой колебаний уровня Каспийского моря. В засушливые годы усиливается таяние ледников, увеличивается сток по Аму- и Сыр-Дарье и горизонт воды в Арале повышается, в Каспии же он падает, наоборот. Напротив, ход колебаний уровня Балхаша, находящегося в близких географических условиях, более сходен с колебаниями Арала. Причины колебаний уровня Арала кроются не только в круп-

ных и длительных изменениях климата на обширных территориях, но и в кратковременных колебаниях, вызывающих усиление таяния снега в горах, а также стока крупнейших рек Средней Азии.

А. С. Кесёв

Кандидат географических наук

Институт географии Академии наук СССР (Москва)

ХИМИЧЕСКИЕ СТИМУЛЯТОРЫ РОСТА И ЦВЕТЕНИЯ РАСТЕНИЙ

Семьдесят пять лет тому назад Чарльз Дарвин в книге «Способность растений к движениям» впервые выдвинул идею о наличии в растениях вещества, стимулирующего рост клеток. К этой идее Дарвин пришел на основании опытов, в которых он наблюдал, что колеоптили — первые цилиндрические листочки злаковых растений — изгибаются, если их верхушка подвергается действию односторонне падающего света; при отсутствии же верхушки колеоптили не изгибаются. Это послужило основанием для вывода, что вещество, способствующее росту клеток, сосредоточено в верхушке.

Прошло тридцать лет, прежде чем ученые вернулись к этим опытам и продолжили изучение вещества, влияющего на рост клеток. Исследования привели к полному подтверждению мысли Дарвина, а советский ученый Н. Г. Холодный¹ и голландец Ф. Вент разработали гормональную теорию, показывающую, что в процессах роста и в движениях растений большую роль играют физиологически активные вещества, или гормоны роста.

Новый этап в учении о гормонах роста начался с того времени, когда в 1932—1935 гг. известный голландский химик Нёгль² и его сотрудники сумели выделить эти вещества и распознать их химическую структуру. Ими были выделены ауксины *a* и *b*, а также гетероауксин, причем открытие последнего имело особое значение, ибо он оказался бета-индолилуксусной кислотой — веществом, синтез которого в органической химии был уже известен.

Интересно отметить, что ауксин *a* был выделен из мочи животных, куда он попадает, по всей вероятности, из употребляемых ими в пищу растительных продуктов; ауксин *b* извлечен из солода и кукурузного масла, а гетероауксин — из культур плесневых

грибов и других микроорганизмов. После выделения ауксинов многие химики занялись за приготовление различных синтетических препаратов, так как выяснилось, что, кроме ауксинов, есть еще много веществ, которые по своей физиологической активности могут быть к ним приравнены, — бета-индолмасляная кислота, альфа-нафтилуксусная кислота, 2, 4-дихлорфеноксилуксусная кислота и многие другие.

Очень скоро выяснилось, что ауксины в сильной мере стимулируют образование корней на черенках древесных и кустарниковых пород, а также травянистых растений. При погружении на 12 час. или более в слабые водные растворы ауксинов (100—200 мг/л) образование корней на черенках лимона, вишни, смородины, липы, тисса, жимолости, бересклета и других растений значительно ускорялось.

В настоящее время можно смело сказать, что применение этих веществ в практике вегетативного

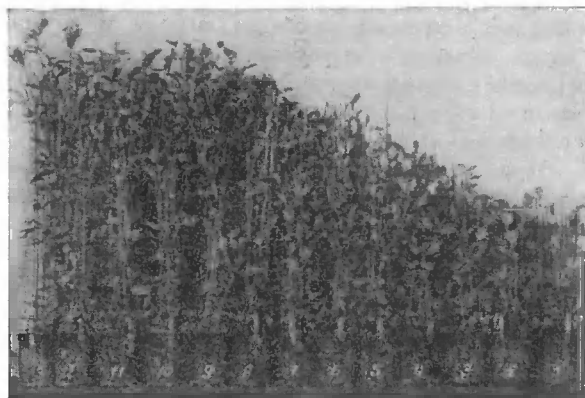


Рис. 1. Сеянцы гороха Метеор через 26 дней после обработки гибберелловой кислотой. Справа налево: № 1 — контроль; № 2 — контроль на спирт, в котором растворялась гибберелловая кислота; №№ 3—13 — дозы гибберелловой кислоты, начиная с 0,01 мг, повышающиеся в двукратном размере (по Brian and Hemming, 1955)

¹ См. Н. Г. Холодный. Избранные труды, Изд-во АН УССР, т. 2, 1956.

² См. Ф. Нёгль. Исследования над растительными ростовыми веществами, «Успехи химии», 1936, т. V, вып. 6, стр. 897—905.



Рис. 2. Реакция нормального и карликового сортов кукурузы на многократную обработку смесью гиббереллина А₁ и гибберелловой кислоты в сумме 60 μ г на одно растение. Обработка началась с появления первого листа и производилась в 2—3-дневные интервалы. Растения показаны в возрасте 9 недель. Слева направо: два растения нормального сорта — контрольное и обработанное — и два растения карликового сорта — контрольное и обработанное (по Phinney, 1956)

размножения растений — необходимый агротехнический прием, вполне оправдавший себя в производственных условиях.

Выяснилось также, что ауксины, в особенности такие синтетические препараты, как трихлорфеноксиуксусная кислота и другие фенокси-кислоты, вызывают образование бессемянных плодов у овощных растений — томатов, баклажан и др. При опрыскивании цветов слабыми растворами этих веществ увеличиваются размеры плодов и повышается урожайность растения. При помощи опрыскивания растений этими веществами удалось также получить бессемянные плоды у клубники, огурцов и арбузов.

Не менее интересны результаты, полученные опрыскиванием или опыливанием препаратами альфа-нафтилуксусной кислоты или ее калиевой соли плодовых деревьев, особенно яблони и груши. Такая обработка предупреждает предуборочное опадание плодов и в настоящее время широко практикуется в США, где для этих целей используется авиация.

В последнее время метиловым эфиром альфа-нафтилуксусной кислоты в складах и хранилищах обрабатываются клубни картофеля, чем задерживается их прорастание и предупреждается трата запасных питательных веществ.

Ауксины и синтетические препараты действуют во всех описанных здесь случаях на процессы роста, ускоряют или тормозят их в зависимости от концентрации растворов или dustов (порошков)¹.

Но применением ауксинов удалось не только регулировать рост, но и ускорить зацветание расте-

ний. На Сочинской опытной станции Н. Г. Холодный вместе с сотрудниками проводил опыты, в которых жировые побеги плодоносящих деревьев новоафонского лимона опрыскивались слабым (0,1%) раствором альфа-нафтилуксусной кислоты или на верхушечные части побегов (на 6—8 см ниже верхушек) накладывалась смесь этого препарата с ланолином. В результате такой обработки жировые побеги начинали цвести и плодоносить, тогда как такие же контрольные побеги оставались в вегетативном состоянии.

На Гавайских островах, в Майягезе, на плантациях ананасов Ван-Овербек¹ производил опыты с обработкой растений ананасов сорта Кабезона слабыми водными растворами (5 μ г/л) альфа-нафтилуксусной и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислот. В результате все растения, а их были сотни, через 6—8 недель после обработки зацветали, а через 5 месяцев на них созревали крупные плоды ананаса. Контрольные же, необработанные растения цвели и давали плоды только через полтора — два года. Время цветения и созревания плодов после обработки наступало настолько точно, что можно было заранее предусмотреть срок сбора урожая плодов ананасов на плантациях. Такой способ регулирования цветения и плодоношения ананасов нашел широкое применение.

Испытание действия ауксинов, а также альфа-нафтилуксусной и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислот на зацветание многих других растений и, в частности, однолетних культур, не привело к успешным результатам. Стало ясно, что эти вещества нельзя рассматривать как прямые регуляторы процессов цветения растений.

А между тем опыты с прививками вегетирующих растений периллы, топинамбура, табака и белены на цветущие растения, которые были проведены в 1936 г. нами² и в 1937 г. Б. С. Мопковым и Г. Мельхерсом, показали, что вегетирующие растения начинают цвести за счет каких-то продуктов обмена, передвигающихся к ним из листьев цветущих растений. Нами было высказано предположение о наличии в растениях особых специфических веществ гормональной природы, которые, образуясь в малых количествах, влияют на зацветание высших растений.

Последние сообщения в зарубежной печати свидетельствуют о том, что к этим предполагаемым регуляторам цветения по своему действию очень близки гиббереллины — вещества высокой физиологической активности. История открытия этих

¹ См. J. Overbeek. «Botan. Gasette», v. 108, 1946, № 1, pp. 64—71.

² См. М. Х. Чадлахан. Гормональная теория развития растений, Изд-во АН СССР, 1937.

¹ См. Н. В. Тучкей and others. Plant Regulators in Agriculture, 1954.

новых соединений началась двадцать лет тому назад с установления фактов, казалось бы, не имеющих прямого отношения к управлению цветением растений.

На рисовых плантациях Японии распространена болезнь, которая называется «баканае», или болезнь «дурных побегов». Она заключается в том, что у растений риса появляются удлиненные побеги, их плодоношение задерживается, и урожай зерна падает. Выяснилось, что эта болезнь возникает в результате заражения плантаций грибом гиббереллы фуйкурое (*Gibberella fujikuroe*), выделения которого и вызывают удлинение побегов.

В 1938 г. известный японский ученый Т. Ябута¹ и другие выделили из продуктов жизнедеятельности этого грибка вещество, которое было названо гиббереллином. В химически чистом виде это вещество оказалось бесцветной кристаллической органической кислотой с поразительно высокой физиологической активностью: одна часть вещества, разведенная на миллион частей воды, обладает свойством стимулировать рост проростков риса, пшеницы, ячменя и табака.

Вторая мировая война прервала работы по дальнейшему изучению выделений этого грибка, и они возобновились по окончании войны сразу в Японии, Англии и США. В результате этих работ, кроме гиббереллина А, или А₁ (C₁₉H₂₄O₆), были выделены еще два соединения — гиббереллин А₂ (C₁₉H₂₄O₆) и гиббереллин А₃ (C₁₉H₂₂O₆), известный также под названием гибберелловой кислоты. Все три вещества оказались физиологически активными и ускоряли рост как у однолетних растений, так и у семян дуба, тюльпанового дерева, клёна и др.

В настоящее время уже выяснена и структурная формула гибберелловой кислоты, но наличие 8 асимметрических углеродных атомов в ней и существование более 250 оптических ее изомеров делает синтез этой кислоты маловероятным. Американский исследователь Стодола разработал ферментативный способ получения гиббереллинов. Питательная среда, содержащая глюкозу, фосфорнокислый калий, сернокислый магний и хлористый аммоний, заражается плесневым грибом фузариум монилиформе (*Fusarium moniliforme*). Этот грибок берется потому, что гибберелла — половая стадия грибка фузариум. Ферментация протекает в течение трех дней, после чего раствор разделяют на хроматографической колонке из активированного угля, применяя в качестве растворителя ацетон или этиловый спирт. Таким путем получается смесь гиббереллина

А₁ и гибберелловой кислоты, причем из 605 л раствора получается 12 г гиббереллинов.

За последние 2—3 года испытание активности гиббереллинов проводилось главным образом в США, Англии и Японии. Испытание показало, что под влиянием гиббереллинов усиливается рост и накопление сухого веса у таких растений, как фасоль, перец, горох, кукуруза и др.

Испытывалось влияние гибберелловой кислоты на различные сорта гороха; спиртовой или водный раствор кислоты микропипеткой наносился на первый лист или этим раствором опрыскивалось все растение. Рост сеянцев карликовых сортов гороха значительно усиливался при добавлении 0,01 мг (тысячной доли миллиграмма) на растение. Сильнорослые сорта гороха реагировали слабее, чем карликовые (рис. 1).

Подобная же картина наблюдалась и у кукурузы¹. Для испытания брались нормальные и карликовые сорта кукурузы, а небольшое количество гибберелловой кислоты помещалось на поверхность первого листа 8-дневных сеянцев кукурузы и на верхние листья более старых растений. Карликовые сорта очень сильно реагировали на действие этих веществ и быстро догоняли в росте сильнорослые растения; рост же нормальных растений ускорялся значительно слабее (рис. 2).

Поразительного успеха добился профессор Калифорнийского университета Ланг в опытах с двухлетней беленой. Это растение развивается по обычному типу двухлетников: летом первого года образует корнеплод и розетку листьев, а после перезимовки, в течение лета второго года стрел-

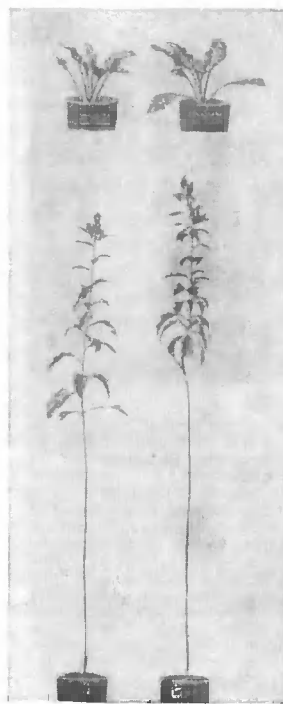


Рис. 3. Двухлетний *Nicotiana glauca*: сверху — два контрольных растения, внизу — два растения, обработанные 50 мкг смеси гиббереллина А₁ и гибберелловой кислоты (по Lang, 1956)

¹ См. Т. Jabuta and Т. Hayashi. «Journ of Agric. Chem. Soc., Japan Bull.», v. 15, 1939, pp. 82—83.

¹ См. В. О. Phinney. «Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA», v. 42, 1956, № 4, pp. 185—189.

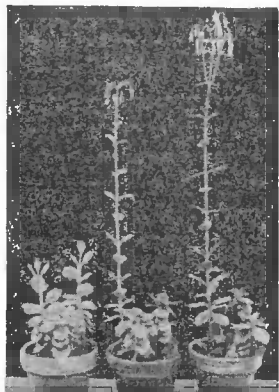


Рис. 4. *Bryophyllum crepatum*. Все растения с 1952 г. непрерывно находились на девятичасовом коротком дне и ежедневно получали одну каплю смеси гиббереллина А₁ и гибберелловой кислоты: справа налево с 3.VII, с 20.VII, с 14.VIII 1956, до появления первых видимых зачатков цветков. Цветение обработанных растений происходило при коротком дне (по Brünsw und Harder, 1956)

помощью гиббереллинов цветения на коротком дне и у растений короткого дня — на длинном. Определенные успехи в этом направлении были получены как самим Лангом¹, так и профессором Хардером и Бушовым в Гёттингенском университете².

Опытами этих ученых было показано, что растения (бриофиллум, бородавник), требующие для цветения воздействия длинного дня, под влиянием гиббереллинов зацветали при коротком дне (рис. 4). Обратную реакцию, т. е. зацветание короткодневных видов — каланхое, сои, дуришника на длинном дне вызвать с помощью гиббереллинов не удалось.

В опытах Уиттвера³ и сотрудников под влиянием гиббереллина ускорялись рост и зацветание фасоли и томатов и происходило стрелкование растений салата.

Все приведенные факты ясно показывают, что гиббереллины являются веществами высокой физиологической активности, вызывающими существенные изменения в росте и цветении растений.

В опытах, проведенных нами в Институте физиологии растений Академии наук СССР, раствор гиббереллина наносился ежедневно по одной кап-

куется, цветет и плодоносит.

Розетки белены выращивались в теплой оранжерее с температурой не ниже 20° Ц, и часть их обрабатывалась смесью гиббереллинов А₁ и гибберелловой кислоты. В результате, растения образовали стебли и на длинном дне зацвели и дали зрелые плоды (рис. 3).

Цветение белены под влиянием гиббереллинов происходило только на длинном дне, поскольку белена является растением длинностебельным и на коротком дне не цветет. Поэтому были сделаны попытки у растений длинного дня добиться с

ле в течение 20—60 дней в середину розетки или в верхушку растения. При этом была достигнута сильная стимуляция роста растений овса, проса, сои, фасоли, табака, томатов и др.

В условиях, исключающих воздействие пониженных яровизирующих температур, озимый рапс цвел и плодоносил. У растений рудбекии и табака Сильвестрис, обычно в условиях короткого 10—12-часового дня остающихся в фазе розетки, под влиянием гиббереллина сформировались крупные стебли, и растения цвели и плодоносили. У других длинностебельных видов также ускорялось цветение и плодоношение.

Таким образом, во всех этих опытах была доказана возможность сильного ускорения роста растений, химической яровизации озимых форм и двухлетников, а также стимуляция цветения и плодоношения многих длинностебельных видов в условиях короткого дня, при котором они обычно не зацветают. Все это открывает заманчивые перспективы использования гиббереллинов в практике растениеводства, и первые шаги в этом направлении уже делаются.¹

По своему физиологическому действию они отличаются от ауксинов сходных с ними синтетических соединений. Сравнительные исследования английского ученого Брайана² и его сотрудников показали, что гибберелловая кислота в отличие от гетероауксина, альфа-нафтилуксусной и 2,4-дихлорфеноксиуксусной кислот при очень малых концентрациях более эффективно усиливает рост coleoptилей овса и отрезков стебля гороха, стимулирует рост пазушных почек при удалении верхушек стеблей, не предупреждает опадания черешков листьев у coleуса и не увеличивает поступления воды в клубни картофеля. Если добавить к этому, что ауксины не вызывают цветения у белены и у других растений в самых различных концентрациях, то станет очевидно, что группа гиббереллинов представляет собой специфическую группу, отличную от группы ауксинов и им подобных веществ.

Таковы те замечательные открытия, которые сейчас сделаны в области управления ростом и цветением растений при помощи химических средств и начинают широко входить в практику сельского хозяйства.

Профессор М. Х. Чайлалян
Институт физиологии растений им. Н. А. Тимирязева
Академии наук СССР (Москва)

¹ См. А. Lang. «Die Naturwissenschaften», 1956, Н. 12. S. 284—285.

² См. R. Bunsow und R. Harder. Там же, Н. 20, S. 479—480.

³ См. S. H. Wittwer, M. J. Bucovae, H. M. Sell and L. E. Weller, «Plant Physiology», v. 32, 1957, № 1, pp. 39—41.

¹ См. «Доклады Академии наук СССР», т. 117, 1957, № 6.
² См. P. W. Brian and H. G. Hemming. «Physiologia plantarum», v. 8, 1955, fasc. 3, pp. 669—681; P. W. Brian, H. G. Hemming and M. Badley. Там же, fasc. 4, pp. 899—912.

УСЛОВНЫЙ РЕФЛЕКС И СЛОЖНЫЕ ФОРМЫ ПОВЕДЕНИЯ ЖИВОТНЫХ

Одним из основных положений учения И. М. Сеченова и И. П. Павлова является утверждение, что все, даже самые сложные формы поведения животных представляют собой цепи двигательных условных рефлексов. Длинной цепью следующих одна за другой рефлекторных реакций является, например, поведение хищника, сначала отыскивающего добычу, затем преследующего ее и, наконец, убивающего и поедающего свою жертву.

Еще более сложные формы поведения наблюдаются у человекообразных обезьян. Как показали опыты И. П. Павлова, В. Келера и других исследователей, для того чтобы достать плоды, подвешенные к потолку, обезьяны могут построить сложную пирамиду из ящиков, использовать палки и т. д. Во всех этих случаях животное получает подкрепление только после полного завершения всей сложной цепи рефлексов, после того как эта цепь оказывается уже полностью сформированной.

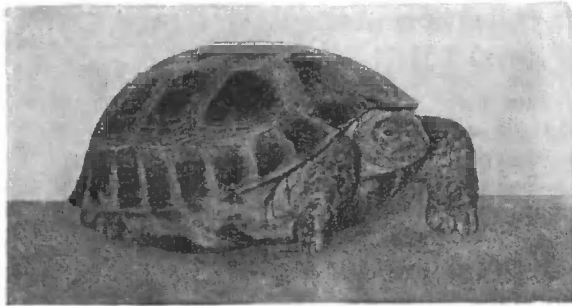
Возникает вопрос, как же формируются указанные цепи рефлексов? Что служит подкреплением при выработке первого и промежуточных условных рефлексов (звеньев) цепи, которые никогда непосредственно не подкрепляются пищей? Ведь мы хорошо знаем, что основным правилом выработки условных рефлексов является их непосредственное подкрепление безусловным раздражителем. Условные же рефлексы второго порядка (подкрепляемые условным сигналом), как известно, оказываются очень непрочными. В связи с этим выработка на этой основе сложных цепей рефлексов невозможна.

В опытах, проведенных на Кафедре физиологии высшей нервной деятельности МГУ под руководством проф. Л. Г. Воронина, мы попытались подойти к решению вопроса, используя метод искусственной выработки у животных цепей рефлексов. Опыты проводились на двух кошках, семи кроликах, семи голубях и двух черепахах. При этом было выяснено,

что у всех этих животных (за исключением черепах) удается искусственно формировать сложные цепи, состоящие из 7—9 условных рефлексов. При этом животное получало пищу после полного завершения сложных цепей рефлексов. Было доказано, что формирование сложных цепей рефлексов возможно только в том случае, если применяется «двойное подкрепление». Каждое из вновь вырабатываемых звеньев (условных рефлексов) цепи мы подкрепляли условным раздражителем одного из ранее выработанных рефлексов. Вся же цепь как единое целостное явление после своего завершения подкреплялась пищей. Например, мы вырабатывали у голубя обычным способом простой условный рефлекс. В ответ на включение света птица била клювом по специальному рычагу. При выработке второго звена цепи мы, в качестве непосредственного подкрепления, использовали условный раздражитель первого рефлекса (свет). После того как в ответ на звонок голубь прыгал на жердочку, мы каждый раз включали свет, подкрепляя таким образом это сочетание. В ответ на включение света птица била клювом по рычагу, и только тогда она получала пищу. При выработке третьего звена мы пользовались в качестве непосредственного подкрепления условным раздражителем второго условного рефлекса (звонок), и так далее. Таким путем



Опытная камера для выработки сложных рефлексов



Подопытная черепаха

удавалось быстро формировать очень сложные системы рефлексов. Важно отметить, что эти системы могли носить не только форму «цепочки», но и форму «ветвящегося дерева», потому что каждый из условных раздражителей мог служить базой для выработки нескольких новых условных рефлексов, а каждый из условных раздражителей этих рефлексов в свою очередь мог стать основой для формирования новой цепи.

Далее, было показано, что у голубей, кроликов и кошек можно вырабатывать и гораздо более сложные системы рефлексов. Например, мы вырабатывали у животных условный тормоз ко всей цепи рефлексов. Когда в камере горел синий свет, цепь никогда не подкреплялась пищей. В результате этого при синем свете все условные рефлексы оказывались заторможенными: этот раздражитель превращался в условный тормоз. Синий свет включался на длительное время (от 1 до 5 мин.). Было выяснено, что включение или выключение условного тормоза (синего света) не оставалось фактором, безразличным для животного; выключение его могло служить подкреплением для выработки новой цепи рефлексов. Эта новая цепь никогда непосредственно не подкреплялась ни пищей, ни пищевым условным раздражителем, а только выключением условного тормоза. Однако она вырабатывалась и стойко сохранялась в течение многих месяцев. Указанная цепь рефлексов не приводила

к получению пищи, она только «создавала предпосылки» для того, чтобы в будущем, при наличии определенных условий, можно было получать пищу. Она «ликвидировала препятствие, стоящее на пути к получению пищи».

Эти опыты экспериментально подтверждают идеи И. М. Сеченова и И. П. Павлова, что в основе всех сложных форм поведения лежат системы рефлексов. Они показывают, как именно вырабатываются эти системы. Важность вывода заключается в том, что при выработке новых рефлексов в качестве подкрепления может служить не только безусловный раздражитель, но и условные раздражители, а также и выключение условного тормоза. При этом вырабатываются прочные условные рефлексы, являющиеся составной частью системы.

У животных в естественных условиях их существования имеется большое число цепей рефлексов, выработавшихся ранее в процессе их жизни. Каждый из условных раздражителей этих цепей может стать базой для выработки новых условных рефлексов, новых форм поведения. Это и служит основой того богатства возможностей выработки новых рефлекторных реакций (новых форм поведения), которые мы обнаруживаем у взрослых животных. Важно отметить, что выработка каждой новой цепи еще более расширяет эти возможности. Чем больше у животного выработано в процессе его жизни цепей рефлексов, тем больше промежуточных условных раздражителей, тем шире возможности для выработки новых рефлексов. Таким образом, находит свое объяснение то «развитие мозга», которое мы наблюдаем в процессе индивидуальной жизни каждого животного.

При сопоставлении результатов опытов, проведенных на кошках, кроликах и голубях, существенных различий не отмечено. У черепах сложных цепей рефлексов, состоящих более чем из трех звеньев, выработать не удалось.

А. В. Напалков

Кандидат биологических наук
Москва

СЕЛЕКЦИЯ ЧАЙНОГО РАСТЕНИЯ В СССР

Первые чайные растения были привезены в Россию в 1814 г. и выращивались в Никитском ботаническом саду (Южный берег Крыма), где почвенно-климатические условия для этой культуры мало благоприятны. На Черноморское побережье Кавказа, в Сухумский ботанический сад,

чайные кусты были завезены из Китая впервые в 1833 г.

До Великой Октябрьской социалистической революции чайное хозяйство в нашей стране развивалось медленно. К началу войны 1914 г. чай занимал всего 817 десятин, а собираемый лист пере-

рабатывался на трех небольших, примитивно оборудованных фабриках.

Культура чая получила широкое развитие только после установления Советской власти в Грузии, на базе организации колхозов и совхозов. Уже в начале 1928 г. площадь чайных плантаций была доведена почти до 4000 га, а к 1932 г. культура чая занимала свыше 25 000 га. В дальнейшем площадь под чаем с каждым годом росла и к 1940 г. достигла 47 000 га.

После окончания Великой Отечественной войны продолжался дальнейший рост чайных плантаций. В 1955 г. эта ценная культура занимала в Грузии 64 000 га, в Азербайджане — 6500 га и в Краснодарском крае более 3000 га. Разведением чайного куста занимается около 700 колхозов в 25 районах Грузии, 120 колхозов Азербайджана и 24 колхоза Краснодарского края. Кроме того, имеется 20 чайных совхозов в Грузии, 4 в Азербайджане и 5 в Краснодарском крае.

За годы Советской власти в Грузии урожайность чайных плантаций возросла более чем в пять раз. Так, например, в 1914 г. с 1 га собирали не более 500 кг зеленого листа, а сейчас получают в среднем более 2700 кг с 1 га. Первое место по урожайности принадлежит Кобулетскому району Аджарской АССР; здесь передовой колхоз им. К. Е. Ворошилова собирает 6462 кг, а отдельные его бригады до 9403 кг с 1 га. Переработка чайного листа в настоящее время производится на 70 чайных фабриках, оборудованных по последнему слову технологии производства чая.

Чайное растение выдерживает значительное понижение температуры при снеговом покрове. Его можно с успехом выращивать на многих почвах, за исключением щелочных. Цветет оно осенью, а семена его созревают в октябре следующего года.

Для приготовления чая собирают верхушечные части молодых побегов, так называемые флешы, с тремя или двумя листочками. Урожай начинают снимать с четырехлетних кустов. Лист собирают непрерывно, с конца апреля — начала мая до октября. Собранный лист немедленно отправляется на чайную фабрику, где из него готовятся в основном черные или зеленые байховые чаи. С октября собирают огрубевшие побеги, идущие на изготовление кирпичного чая. Используются также грубые побеги с листьями, срезаемые весной при подрезке кустов. Они сдаются на кофейновый завод, где из них вырабатывают важный медицинский препарат — кофеин. Отходы кофейнового производства (отдубина) служат ценным удобрением. Семена чая содержат масло, годное для изготовления мыла.



Цветущий побег селекционного чая

Ботаническое семейство чайных объединяет 23 рода и 380 видов. Род *Thea*, к которому относится чайное растение, включает два вида: чай китайский, растущий в виде кустарника, и чай индийский, имеющий древовидную форму. Внешне они различаются также по величине листа и по ряду признаков листовой пластинки. Китайский чай в Грузии вегетирует в течение семи месяцев, а индийский начинает вегетировать и заканчивает вегетацию позднее.

Во влажных субтропиках Советского Союза по степени распространения первое место занимает среднелистный китайский чай, а индийско-китайский растет только в наиболее теплых районах Черноморского побережья Грузии.

Развитие опытно-исследовательской работы по чайной культуре в СССР началось с 1926 г. на Чаквинской опытной станции (недалеко от Батуми); до этого она велась в небольшом масштабе на Озургетской опытной плантации, в Махарадзевском районе Грузии. Работа по селекции и семеноводству чая впервые в нашей стране начата в Чакве проф. К. Е. Бахтадзе, которая ныне возглавляет отдел селекции Всесоюзного научно-исследовательского института чая и субтропических культур. Задача



Побеги гибрида № 3

селекции чая состоит в выведении высокоурожайных и качественных сортов путем применения мичуринских методов отбора, гибридизации и правильного ухода за растением. Гибридность сорта — основной фактор, определяющий высокую жизнеспособность растения. Для выведения гибридных сортов и поддержания гибридности в последующих поколениях широко используются приемы межсортных и внутрисортных опылений, в виде дополнительного опыления смесью пыльцы с лучших кустов опылителей. Селекционная работа была начата на старой семенной плантации, где индийский чай произрастал в смеси с китайским. С отобранных 800 кустов в течение ряда лет собирали семена по каждому кусту отдельно, определяли их качество, отбирали и высевали на грядах питомника. Лучшие саженцы высаживали на постоянное место. Растения молодого семенника опыляли смесью пыльцы по двум группам: индийско-китайского и китайско-индийского чая. Полученные семена высевались для размножения сортов и испытания их на опытных участках. Первые же данные сортоиспытания показали, что обе селекционные популяции по основным хозяйственным показателям превосходят обычный, неселекционный чай (т. е. контроль).

Так, например, в 1954 г. было собрано 4778 кг по контролю, 5947 кг по сорту № 1 и 7359 кг по сорту № 2, при средней урожайности по району, равной 4485 кг. Материалы за десять лет показывают, что оба эти сорта превосходят обычный несортный хозяйственный чай на 30—35% по урожайности и на 20% по крупнолистности. Крупнолистность имеет важное значение, так как облегчает труд сборщиц и снижает затраты. По содержанию важной составной части — таннина — селекционные сорта превосходят чай обычной китайской разновидности. Ввиду своих преимуществ и хозяйственной ценности эти новые селекционные сорта утверждены Государственной комиссией по сортоиспытанию в 1949 г. и приняты к производственному размножению. Они районированы для разведения в южных чайных районах Грузии (Батумском, Кобулетском, Махарадзевском, Ланчхутском и Чохатаурском). С продвижением культуры чая в новые, более северные районы, проф. К. Е. Бахтадзе и руководимый ею коллектив селекционеров с 1942 г. развернули большую работу по выведению более зимостойкого сорта. Труды увенчались успехом, и к 1952 г. была получена новая серия гибридов, под номерами 3—15. Два из них (11 и 12) выведены в Зугдидском филиале Научно-исследовательского института чая и субтропических культур в условиях более суровых зимовок. Они испытываются на опытных участках в Грузии, Азербайджане и Краснодарском крае. В настоящее время имеется 150 га производственных насаждений селекционного чая.

Таким образом, в результате многолетней работы коллектива селекционеров Чаквинского филиала Всесоюзного института чая и субтропических культур создан богатый ассортимент гибридов чайного растения для разведения в различных районах Советского Союза; установлена определенная система селекционной работы, которая позволяет в сравнительно непродолжительное время получать новые гибриды. Чтобы облегчить внедрение, все номера селекционного чая объединены в три группы растений: южные гибриды, зимостойкие гибриды крупнолистного чая и зимостойкие гибриды среднелистного чая. Каждая группа гибридов имеет свои биологические свойства.

Южные гибриды — сильные растения, с крупными листьями и большой способностью к образованию побегов. Они отличаются высокой урожайностью листа, а по качеству чая занимают первые места. Их крупные и тяжелые флешы облегчают труд по сбору листа, так как число флешей в 1 кг меньше, чем у неселекционного чая. В этой группе гибридов первые места по урожайности заняли но-

мера 1, 2, 4 и 15. Сорт № 4, повторный гибрид с китайским чаем, утвержден Государственной комиссией по сортоиспытанию под названием «Урожайного». Первые места по крупнолистности занимают номера 1, 2, 3, 5 и 15. Выдающиеся места по качеству принадлежат гибридам 1, 2, 3 и 5. Сорт № 5, Кангра селекционный, привлекает внимание и своим внешним видом: крупные темно-зеленые листья с сильным глянцем и красноватые от присутствия антоциана верхушки побегов и стеблей придают ему красивую внешность. Занимает он выдающееся место и по качеству чая. Южные гибриды чая можно разводить в южных чайных районах, где температура зимой не ниже — 8°, и то при снеговом покрове.

Вторая группа селекционного чая — зимостойкие гибриды, выведенные на разповидности китайского чая. Они также превосходят неселекционный чай по урожайности, качеству и размеру флешей. Разведение их возможно во всех районах произрастания чайного куста. В этой группе гибридов сорт № 6, утвержденный под названием Крупнолистный

китайский чай, № 10 — Кимышь селекционный, и № 11 — Зугдидский крупнолистный.

Особо стоит группа среднелистного зимостойкого чая, предназначенная для продвижения в северные и горные чайные районы. В этой группе гибридов особенно выделяется сорт № 8, выведенный на разновидности японского чая. По внешнему виду он отличается однородностью. Урожайность его значительно выше неселекционного чая, выше и показатели качества. Основное превосходство этого чая состоит в его высокой зимостойкости, которая ставит его на первое место среди селекционных и неселекционных чаев. Такое превосходство дала ему селекция и, главным образом, гибридизация.

Уже по данным первых лет испытания можно видеть все преимущества этой группы гибридов перед неселекционным чаем. Она превосходит неселекционный чай не только по основным показателям хозяйственной ценности, но и по степени зимостойкости, что составляет новое достижение советской селекции чая.



Гибрид № 5, Кангра селекционный



Гибрид № 8 Северный

За высокую устойчивость и возможность продвижения в районы с более суровыми условиями зимовки сорт № 8 утвержден Госкомиссией под названием Северного. Работники чайного хозяйства, оценив это свойство гибрида, обратились с просьбой дать семена для разведения плантаций в предгорьях Кубани, на крайней границе произрастания чая в СССР. Такие же приемы селекции применяются при выведении сорта и в Ленкоранском районе Азербайджанской ССР (М. А. Маме-

дов) и в Туапсинском районе Краснодарского края (В. А. Евстафьева). Внимание селекционеров направлено в сторону размножения селекционного чая. Углубленная работа по семеноводству позволяет получать посевной материал высокого качества для внедрения селекционного чая на поля разных районов нашей страны.

А. Б. М а т и н я н

Батумский ботанический сад

ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ КИТООБРАЗНЫХ

Как известно, китообразные совершают дыхательный акт на поверхности воды за очень короткий промежуток времени, когда открываются ноздри, плотно закрытые в течение всей дыхательной паузы. Опытами¹ над обыкновенными дельфинами (*Delphinus delphis* L.) мы установили у китообразных два рефлекса, обеспечивающие безопасность их дыхания в любую погоду и не только в состоянии бодрствования, но и во сне. Один из рефлексов сводится к тому, что открывание дыхала и очень короткий выдох — вдох совершаются каждый раз, притом независимо от длительности дыхательной паузы, как только тело китообразных поднимается над водой. Основным раздражителем для открывания дыхала служит ощущение смены среды (вода — воздух). Искусственно приподнимая дельфина над

водой, можно заставить его дышать любое число раз в различном темпе и сократить нормальную дыхательную паузу в десятки раз. Чтобы показать проявление этого рефлекса на фотографии, мы сняли дельфина (см. рис.) в момент его появления над водой вместе с вылетевшими из дыхала брызгами воды. Брызги, поднятые вверх выдохнутым воздухом, доказывают, что в момент поднятия животного над водой действительно произошел дыхательный акт (выдох). Брызги образовались из той жидкости, которая специально для целей фотографирования была влита в трахею еще не погруженного дельфина (реакция кашля у китообразных отсутствует).

Другой рефлекс связан с движением хвоста: перед самым выдохом или в начале выдоха дельфины подергивают хвостом, так что к моменту вдоха дыхало занимает наиболее высокое положение над уровнем воды. Эти безусловные рефлексы (они имеются и у новорожденных) представляют собой важнейшее приспособление к водному образу жизни. При их помощи совершается дыхательный акт в течение всей жизни китообразных. Естественно, что и первый дыхательный акт новорожденного, рождающегося обычно под водой, происходит под влиянием того же раздражителя — ощущения смены среды.

За последние годы о поведении китообразных собран интересный материал, который хорошо согласуется с указанными рефлексами. Замечено, что китообразные оказывают помощь ослабшим или раненым особям. Во всех случаях такой помощи используется безусловный раздражитель (смена среды), посредством которого вызывается дыхательный акт у пострадавшего или обессиленного животного. Для этого здоровые особи время от времени выталкивают его из воды, неизбежным результатом чего бывает дыхательный акт (выдох — вдох). При оказании такой (вероятно, инстинктив-

¹ См. Труды Новороссийской биологической станции, 1940, т. II, вып. 3, стр. 31—44; «Доклады Академии наук СССР», 1947, т. LVI, № 2, стр. 221—223; «Природа», 1950, № 2, стр. 40—42.



У вынутого из воды дельфина-белобочки из дыхала вылетает залитая для этого эксперимента жидкость

ной) помощи внешним раздражителем для здоровых особей служит, по-видимому, изменение поведения ослабленного животного, когда ему угрожает удушье в воде. Подобное поведение наблюдалось также у самок по отношению к новорожденным и даже мертворожденным.

Приведем некоторые примеры. Сибенейлер и Колдуэлл¹ описали у взрослых афалин *Tursiops truncatus* два случая «взаимопомощи»: оглушенного (в одном случае взрывом динамита в море, а в другом — случайным ударом по голове) зверя сразу же начали поддерживать с боков на поверхности воды два дельфина до тех пор, пока он не оказался в состоянии плыть и нормально дышать без посторонней помощи. При этом они раскачивали тело пострадавшего то вверх, выставляя на поверхность, то вниз, погружая его в воду. Остальные животные в это время возбужденно плавали с большой скоростью и совершали высокие прыжки.

Сходное поведение наблюдалось² в стае тихоокеанских белобоких дельфинов *Lagenorhynchus obliquidens*. Когда загарпунили одного из них, дельфины начали возбужденно плавать в разных направлениях очень близко от раненого и постоянно толкали его до тех пор, пока пойманного не вытащили в лодку. В другом случае раненая самка этого же вида, помещенная в аквариум на берегу Калифорнии, обессилела, так как отказывалась принимать пищу. Тогда под нее подплыл самец и время от времени стал подталкивать ее вверх. Он выныривал только для выдоха — вдоха, после чего снова занимал положение под самкой, медленно плывшей вдоль стенок бассейна. Так продолжалось в течение двух часов, до момента смерти самки³. Через некоторое время в том же аквариуме другой крупный самец тихоокеанского белобокого дельфина погиб от шока и пошел ко дну. Заметив это, взрослая афалина-самка (из другого рода!) нырнула на дно, просунула свою морду под тело погибшего и дважды с силой толкнула его вверх. Эти же авторы описали случай, как в середине лета 1954 г. в Калифорнийский аквариум поместили самку тихоокеанского обыкновенного дельфина *Delphinus bairdi*; после поймки самка была в плохом состоянии и поэтому к ней для пловучести прикрепили две бутылки. Однако самку спасло от гибели лишь то, что к ней был впущен самец этого же вида: он заплывал под самку и толкал ее к поверхности воды.

Во время охоты за серым китом заметили⁴, как рядом с загарпуненной самкой плыл неповрежденный самец и своим рылом подталкивал кверху тело раненой.

Учитывая особенности и смысл такого поведения китообразных, необходимо пересмотреть некоторые факты, описанные как случаи борьбы или драки между особями одного и того же вида. Так, например, в водах Гренландии было сделано следующее интересное, но, как нам кажется, неверно истолкованное, наблюдение: «Белухи гонялись друг за другом и кружились на одном месте... Что это была какая-то борьба, можно было заключить из того, что двое больших животных бросались на меньшего и головами толкали его под брюхо так, что у того над водой приподнималась часть тела. Так продолжалось около получаса, после чего меньшее животное всплыло на поверхность мертвым, а двое других исчезли»⁵. На самом же деле описанная сцена весьма напоминает привычку оказания помощи погибающему животному.

Давно уже известно (это считалось проявлением стадного инстинкта), что раненые китообразные (например дельфины, косатки, особенно самки кашалотов) вызывают чрезвычайно бурную реакцию со стороны остальных членов группы. Смысл такого поведения, когда животные сбиваются в тесную группу, быстро плавают и крутятся возле пострадавшего, не оставляя его одного, становится понятным, если учесть, что в этих условиях легче всего можно оказать помощь пострадавшему путем толчков, рывков и выталкивания его на поверхность с целью вызвать у него дыхательный акт.

Исключительно сильная реакция проявляется также со стороны самки по отношению к детенышу, если тому угрожает опасность удушья в воде. Многие случаи проявления материнского инстинкта приобретают новый, глубокий смысл в связи с описанной привычкой оказания помощи пострадавшему. У кормящих самок внешним раздражителем для проявления такой привычки служит поведение (возможно, сигнализация) детенышей. Даже с первого момента жизни детеныша отношение к нему самки и других окружающих особей направлено к тому, чтобы устранить возможность удушья в воде.

Об этом свидетельствует следующее наблюдение, сделанное во Флоридском аквариуме⁶: «В момент

¹ См. J. B. Siebenaler and D. K. Caldwell. «Journal of Mammalogy», v. 37, 1956, № 1, pp. 126—128.

² См. C. L. Hubbs. «Journal of Mammalogy», v. 34, 1953, № 4, p. 498.

³ См. D. H. Brown and K. S. Norris. «Journal of Mammalogy», v. 37, 1956, № 3, pp. 311—326.

⁴ См. R. C. Andrews. «Memoirs of the American Museum of Natural History», New Series, v. I, 1914, Part V, p. 239.

⁵ См. N. Nielsen og M. Degerbøl. «Sæertryk af Meddelelser om Grønland», København, v. 77, 1930.

⁶ A. F. McBride and D. O. Hebb. «The Journal of Comparative and Physiological Psychology», v. 41, 1948, № 2, pp. 111—123.

родов афалины остальные особи сбились в плотную стайку, расположившись снизу и с боков самки с новорожденным... Новорожденный тотчас же поплыл по восходящей наклонной так, что через 10 минут вынырнул из воды и произвел первый дыхательный акт... В течение первого подъема на поверхность, самка-мать вместе с другой самкой плыли с обеих сторон и чуть ниже детеныша до тех пор, пока он не достиг поверхности. Положение и согласованные движения сопровождающих животных были такими, какие понадобились бы, чтобы доставить детеныша к поверхности воды, если бы он оказался не в состоянии плыть сам. Через 1 час 25 минут после рождения детеныш стал тыкаться в бока матери и, как только соприкоснулся с соском, начал сосать молоко». Удивительно сильная реакция со стороны самки проявляется даже в тех случаях, когда детеныш рождается мертвым, причем в ряде случаев раздражителем может оказаться даже не целый детеныш, а только его часть. Так, в прибрежных водах Флориды в 1954 г. встретили пару афалин, занятых выталкиванием из воды головы детеныша, откушенной от туловища, вероятно, крупной акулой¹. В другом случае в водах Еверглейдс Нешенал Парк наблюдали, как взрослая афалина то и дело выталкивала из воды одного-двухнедельного детеныша около 1 м длиной, покусанного акулой. Афалину застали за этим занятием, несмотря на то, что детеныш был мертв уже около трех дней². В водах Калифорнии тихо-

океанская афалина *Tursiops gilli* пыталась поддерживать мертвого детеныша на своей спине возле спинного плавника. Безжизненное тело другой молодой афалины, родившейся во Флоридском аквариуме ночью, еще утром поддерживалось самкой на поверхности воды.

Наконец, к этой же категории фактов следует отнести наблюдение рыбаков на Черном море. В Суджукской лагуне, близ Новороссийска, летом 1938 г. они заметили афалину, которая несколько часов крутилась возле одного и того же места и постоянно поддевала своей головой кусок плавающего и уже покрывшегося слизью мяса, возможно, от дельфина. Увлеченная этим делом, афалина подпустила к себе лодку с гребцами на расстояние до 20 м.

Обзор приведенных фактов наводит на мысль, что описанные два рефлекса представляют перво-степенной важности приспособление к жизни в водной среде, с которым связаны многие особенности поведения китообразных. В первую очередь эти рефлексы тесно переплетаются с материнским и стадным инстинктами. Являются ли описанные приемы, стимулирующие дыхание, инстинктивными (что весьма вероятно) или же они приобретаются в течение жизни — это вопрос, который требует дальнейшего изучения.

А. Г. Томили

Доктор биологических наук

Институт научной информации Академии наук СССР
(Москва)

¹ См. J. C. Moore. «Journal of Mammalogy», v. 36, 1955, № 3, p. 466.
² См. J. C. Moore. «Amer. Midland Naturalist», v. 49, 1953, p. 136.

АЛЬБИНИЗМ У ЖИВОТНЫХ

ОБЗОР СООБЩЕНИЙ, ПОСТУПИВШИХ В РЕДАКЦИЮ

Разнообразие окраски в животном и растительном мире всегда привлекало внимание людей. В большинстве случаев окраска зависит от наличия красящих веществ — пигментов, того или иного их сочетания, а также от особенностей структуры отдельных органов животных, например поверхности крыла бабочки или пера птицы. В последнем случае зрительно воспринимаемый цвет возникает в результате преломления световых лучей особой структурой органа животного. Так, у широко распространенного вида бабочки-переливницы цвет меняется от оранжево-красного до сине-фиолетового, в зависимости от угла наклона крылышек.

Пигменты оперения птиц принадлежат в основном к двум группам: меланинам и липохромам (кара-

тиноидам). Меланины — производные белка. Белый цвет указывает на отсутствие пигмента и наличие в пере воздушных пузырьков¹. Отклонение от нормальной окраски, выражающееся в недостаточной пигментации, получило название гипохроматизма. Крайняя форма его выражения и есть альбинизм (от слова *albus* — белый).

Явление альбинизма известно как в растительном мире (где выражается в виде пестролистности), так и в животном, в том числе и у человека. Отсутствие пигментации — это индивидуальное

¹ См. Руководство по зоологии, Изд-во АН СССР, т. VI, 1940. Г. П. Деметьев. «Зоологический журнал», т. XXV (1), 1948, стр. 47—52

отклонение организма, которое в ряде случаев может передаваться по наследству, например устойчивая окраска белых мышей, крыс, кроликов.¹ В большинстве же случаев альбинизм оказывается случайным явлением и не наследуется.

Альбинизм может быть полным и частичным. В первом случае все тело животного или птицы лишено пигмента, во втором — пигмента лишены лишь отдельные участки покровов. Частичных альбиносов-воробьев довольно часто можно видеть на улицах Москвы. Нередки альбиносы-вороны, галки, значительно реже встречаются белые волки, олени, слоны (которые считаются в Индии священными).

Музей им. Чарлза Дарвина в Москве обладает обширной коллекцией различных отклонений от нормы в окраске птиц и зверей, в том числе подбором редких случаев альбинизма.

Среди экспонатов имеются белые беркуты, тетерева, глухари, есть белые рыси, куницы, кроты, норки и даже соболь, полубелый медведь и множество других животных.

О поимке белой кедровки сообщил редакции научный сотрудник Баргузинского государственного заповедника *К. П. Филонов*. В первых числах декабря 1956 г. в среднем течении р. Кабанья охотниками — братьями Медведевыми — была поймана в капкан, поставленный на соболя, белая кедровка. Птица имела интересную расцветку: на шейке вместо черных тонов были охристые, брюшко было песчаного цвета, спинка — желтовато-белого, клюв и лапы — значительно светлей, чем у обычных кедровок, радужина глаз — с красноватым оттенком. Интересно, что размеры этой птицы не отличались от обычных средних и только вес был значительно ниже. Тушку удалось сохранить.

Птиц-альбиносов удается наблюдать в самых разнообразных географических пунктах. Так, наш читатель *Г. И. Ивановский* наблюдал в г. Боровичи, Новгородской области, белую галку. Цвет птицы нельзя было назвать чисто-белым, он имел желтоватый оттенок, а на хвосте и спине виднелись небольшие черные пятна.

Неоднократное появление белых воробьев в Хоперском районе, Балашовской области, описывает *Б. С. Лащилин*. Первый раз белого воробья заметили бригады тракторных бригад, собравшиеся возле конторы МТС, находящейся на юж-

ной окраине станицы Михайловской. Вместе с другими воробьями он с громким криком прыгал вокруг подвод, стоящих у входа в контору. Вскоре удалось выяснить, что в стае не один белый воробей, а четыре. Для того чтобы убедиться в том, что это действительно воробьи, одну птицу отловили. После уборки урожая комбайнеры Ставропольского края увезли белого воробья с собой на Ставропольщину.

Во время зимы никто не видел в этих местах белых воробьев, но с первыми теплыми днями они появились снова. *Б. С. Лащилин*, наблюдавшему в течение получаса стайку воробьев, разместившуюся на крыше сарая, удалось заметить, что к своему необычно окрашенному собрату остальные птицы относились равнодушно, не делая попыток прогнать его из стаи или вообще как-нибудь обидеть.

Белого воробья удалось наблюдать и в Пензенской области. Работник совхоза им. Коминтерна Малосердобинского района *Я. К. Верьянников* заметил на территории свинофермы белую птицу. При ближайшем рассмотрении это оказался воробей. Птица держалась несколько обособленно, но во всем остальном ее поведение ничем не отличалось от поведения других птиц.

В зоопарке Шанхая (Китайская Народная Республика) с 1949 г. содержится взрослый гималайский медведь — полный альбинос. Животное было поймано в возрасте примерно одного года в провинции Сычуань.

Глаза у этого редкого экземпляра розовые, все когти на лапах белые, окраска шерстного покрова чисто-белая.

И наконец, о поимке белых ужей сообщил нам директор Московского зоопарка *И. П. Сосновский*. Летом 1954 г. в районе станицы Хреновская Воронежской области были пойманы два молодых ужа с резкими отклонениями от обычной окраски. Туловище кремового цвета было почти прозрачным, глаза — розового цвета, а желтых пятен на голове (характерных для обычных ужей) почти не было заметно. Змеи были доставлены в Московский зоопарк, где живут и в настоящее время. За три года окраска змей почти не изменилась.

Несколько лет назад в террариуме зоопарка содержалась взрослая травяная лягушка (*Rana temporaria*), совершенно лишенная красящих пигментов почти всего туловища. Поймана она была под Москвой. Многие внутренние органы лягушки легко просматривались насквозь. Окраска глаз была нормальной.

¹ Подробнее с этим вопросом можно ознакомиться в работе *Г. П. Деметова* «Исследования по окраске позвоночных животных. IV. Морфизм окраски у птиц фауны СССР», Зоологический журнал, т. XXXVI, в. 7, 1957 стр. 1064—1075.

НОВЫЕ НАХОДКИ В ПЕЩЕРЕ АМАН-КУТАН

Археологической экспедицией Узбекского государственного университета обнаружены многочисленные пещеры, из которых большой научный интерес представляет пещера мустьерского времени Аман-Кутан¹, находящаяся на высоте 1200—1800 м над уровнем моря. Раскопки, произведенные в этой пещере в 1953—1955 гг., дали новые важные и весьма интересные материалы.

У южной стены пещеры, в результате разбивки мощного слоя туфа, выявлена новая подземная галерея глубиной в несколько десятков метров. С потолка здесь причудливо свисают сталактиты в виде длинных игл длиной до 0,5 м; пол покрыт не менее причудливыми сталагмитами. Казалось, что вряд ли в этой темной и отдаленной от входа части пещеры могла протекать жизнь человека. Однако, как установлено последними раскопками, и в этой части пещеры обитал первобытный человек, культурные остатки которого залежали под плотным слоем известкового туфа. Здесь было обнаружено огромное количество разбитых и обугленных костей животных, угольки, каменные орудия. Кроме того, в глубине пещеры, под навесом скалы, в разных местах найдено четыре черепа — оленя и азиатского муфлона; три из них очень хорошей сохранности. Очень интересный череп оленя (марала) был обнаружен под навесом скалы, на глубине 0,5 м. На черепе сохранились остатки рогов длиной до 5—6 см. По-видимому, рога были сброшены животным в осенний период, что дает осно-

вание считать, что олень был убит палеолитическими охотниками именно в это время.

Новые находки каменных изделий позволили уточнить датировку пещеры. В настоящее время с полной определенностью ее можно датировать мустьерским временем. Некоторые из найденных каменных орудий — ножи, изготовленные на широких двускатных диоритовых пластинах, напоминают аналогичные орудия, найденные в мустьерской пещере d'Abou Sif². Очень интересны орудия из кварца, имеющие по краям специальные выемки, предназначенные для прикрепления деревянной рукояти.

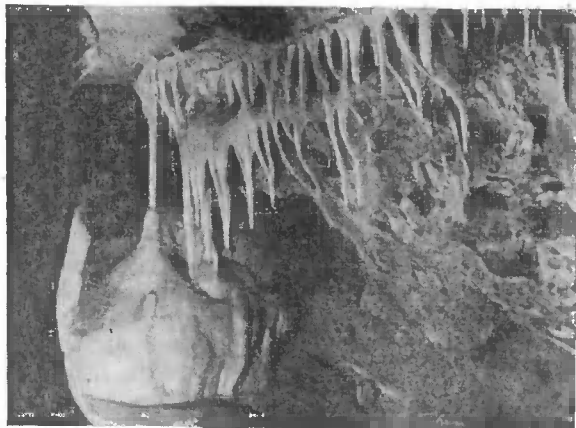
При раскопках в боковом ответвлении пещеры, на глубине 0,55 м была обнаружена трубчатая кость с рядом круглых отверстий на ней. На первый взгляд казалось, что перед нами какая-то необычайная и уникальная находка, напоминающая собой музыкальный инструмент — «флейту». Однако детальное изучение этого предмета установило, что на этой кости видны следы деятельности грызуна. В Аман-Кутане найдены многочисленные кости животных с «зарубками» на них. Оказалось, что и здесь видна деятельность того же грызуна.

В результате многолетних раскопок Аман-Кутанской пещеры, наряду с уже теперь хорошо представленными мустьерскими каменными изделиями, обнаружено очень большое количество остатков разнообразной четвертичной фауны. Эта огромная коллекция позволяет в настоящее время сделать некоторые выводы о природных условиях того времени в южных горных районах. Главными промысловыми животными, на которых охотились аман-кутанские палеолитические охотники, были: азиатский муфлон (самое большое количество костей), бурый медведь, олень (марал), косуля и другие. Почти все виды перечисленных животных обитают и в настоящее время в тех или иных районах Средней Азии.

В Аман-Кутанской пещере обнаружено довольно большое количество костных остатков оленя (марала). Ареал его распространения в настоящее время в Средней Азии — Гиссарский хребет, далее на восток по Зеравшану, Тянь-Шань².

Раскопанная в пещере Аман-Кутан четвертичная фауна имеет большое значение для выяснения условий природного окружения неандертальского

¹ См. «Природа», 1949, № 6, стр. 66—70; 1953, № 7, стр. 105—106; «Советская этнография», 1949, № 1, стр. 200—202.



Сталактиты в пещере Аман-Кутан

² См. Neuville. Le paléolithique du Désert de Judée, Archives de Paléontologie Humaine, Paris, 1951, p. 53.

³ См. Н. Н. Флеров. Копытные звери (Ungulata) Таджикистана, Труды Таджикской базы АН СССР, т. 1, 1935, стр. 93—130.

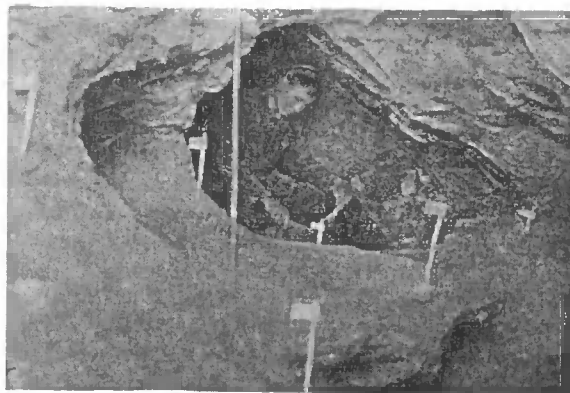
человека, обитавшего в Аман-Кутанской пещере и в других пещерах южных горных районов Узбекистана.

Максимальное рисское оледенение в Европе не могло, конечно, не сказаться на климате Средней Азии и, в частности, южных районов Узбекистана. Климат в Узбекистане в это время напоминал современный, хотя и был более влажным, чем в настоящее время. Некоторые исследователи полагают, что в Средней Азии в четвертичное время был один плювиальный период, который совпадал по времени с эпохой рисского оледенения равнины Европейской части СССР¹.

Можно предполагать, что в районе Аман-Кутана в период рисского оледенения Европы были леса, в которых обитали те представители фауны, на которых охотились первобытные аманкутанские охотники. Впоследствии лес был вырублен, в особенности в эпоху появления сыроступного железа. Об этом свидетельствует открытое рядом с верхним селением Аман-Кутан большое городище, усеянное железными крицами и шлаками с отпечатками древесного угля.

В настоящее время селение Аман-Кутан расположено в окрестностях лесной дачи — результат горно-облесительных работ, начатых в 1880 г. Древесная растительность создана для ослабления действия селевых потоков в горах.

Таким образом, лес был в Аман-Кутане в глу-



Раскопки в пещере Аман-Кутан

бокой древности, в дальнейшем был вырублен, а затем в нашу эпоху снова восстановлен.

Приведенные данные свидетельствуют о стабильности климата в южных горных районах Узбекистана. Они опровергают так называемую теорию «высыхания Туркестана». Против этой теории выступал акад. Л. С. Берг, но он касался лишь вопросов изменения климата в историческую эпоху, почти не затрагивая четвертичного периода Средней Азии. В настоящее время, благодаря раскопкам палеолитических пещер в Узбекистане, этот вопрос нашел свое полное разрешение.

¹ См. Б. А. Федорович. Вопросы палеогеографии равнин Средней Азии, Труды Института географии АН СССР, в. XXXVII, 1946, стр. 152—174.

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

КАМЕДЕНОСЫ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Камедь трагаканта — очень ценное сырье, используемое в легкой промышленности. Главный потребитель его — текстильное производство. Камедь здесь употребляется при изготовлении красок для тканей, при отделке шелка, кружев и т. п. В кондитерском производстве камедь нужна как загуститель, а в кожевенном — для обработки кож. Ее применяют в печатном деле, в спичечной и бумажной промышленности, в производстве пластических масс, клея, акварельных красок, чернил, лучших сортов мыла, цветных карандашей. Камедь употребляется также при изготовлении пилюль и таблеток. В бактериологических лабораториях ее используют взамен агар-агара, как питательную среду для выращивания бактерий, особенно при производстве вакцин.

До последнего времени камедь трагаканта ввозилась из-за границы, хотя на территории нашей страны имеются собственные заросли трагакантовых астрагалов, из которых извлекается это ценное сырье. Трагаканты относятся к семейству бобовых — Leguminosae, к роду *Astragalus*. Для всех видов подрода трагаканта характерно наличие камеди в сердцевинных лучах и в сердцевине растения.

Давящие камедь трагаканты распространены в Нухинском, Геокчайском и Исмаиллинском районах Азербайджана. Заросли эти нередко занимают до нескольких сот, а иногда и тысяч гектаров. Основной вид трагакантовых астрагалов, которые здесь обнаружены, *Astragalus Andreji Rzazade*.

Камедетечение у трагакантов характерно для всех органов растения. Ствол трагаканта надкалывается или надрезается шилом или обыкновенным

ножом. В результате ранений происходит выделение камеди, затвердевающей на воздухе. Наиболее высокий выход камеди дает подсочка при надколе, меньший выход — при надрезе. Так, кусты *A. Andreji Rzazade* 30—40-летнего возраста при надколе шилом дают в среднем около 4,18 г, 40—50-летние экземпляры — до 5,08 г и старые кусты, более 50-летнего возраста, — до 6,68 г камеди на куст; при надрезе ножом кусты того же возраста соответственно дают 1,27 г, 1,68 г и 2,27 г камеди.

Выход камеди из подсоченных кустов заметно колеблется в зависимости от фазы развития растения. Наибольшее количество камеди выделяется в фазе цветения и плодоношения, т. е. в летний период, когда у трагакантовых астрагалов начинается активная жизнедеятельность; замедляется выделение камеди при опадении листьев, т. е. в период замирания жизнедеятельности растения. Выход камеди у трагакантовых астрагалов заметно изменяется также и в зависимости от возраста растения.

На выделение камеди оказывает влияние также и место подсочки: на корневой шейке любой вид подсочки дает наибольший эффект. Это объясняется тем, что главные запасы камеди находятся в центральном корне куста, тогда как надземные части кустов содержат ее в гораздо меньшем количестве.

Естественные запасы трагаканта при правильной эксплуатации вполне могут обеспечить потребность республики в камеди. Учитывая ценность этого сырья для промышленности и фармакологических исследований, необходимо принять меры к охране имеющихся в стране зарослей и обеспечить их рациональное использование.

Л. Э. Караяев

Азербайджанский сельскохозяйственный институт
(Кировабад)

КАК ЩУКА ЗАГЛАТЫВАЕТ ДОБЫЧУ

Работая на озерах Карельского перешейка, мы неоднократно слышали от рыбаков, что щука, нападая на крупную добычу, хватается ее сперва поперек тела, и тогда между ними происходит напряженная и подчас длительная борьба. Замучив свою жертву, хищник затем выпускает ее из пасти и, отплыв немного, набрасывается вторично, захватывая добычу уже с головы.

Проплывая однажды на лодке вдоль редких зарослей осоки, нам самим удалось увидеть, как небольших размеров щука держала схваченного ею окуня поперек тела и между ними шла борьба. Неосторожным движением мы спугнули хищника. Выпустив добычу, щука скрылась в прибрежной растительности, а замученный окунь беспомощно плывал кверху брюшком.

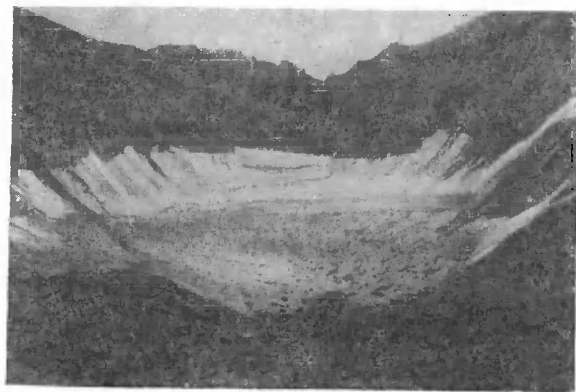
То, что щука заглатывает добычу с головы, подтверждают факты: в желудках сотен вскрытых нами щук рыбки всегда находились в положении головой вперед.

К. Н. Кузьменко

*Лимнологическая станция Академии наук СССР
(оз. Пуннус-Ярви)*

ОТКРЫТИЕ НОВОГО ЛЕДНИКА НА СЕВЕРНОМ УРАЛЕ

Летом 1956 г., путешествуя по Северному Уралу, мы обнаружили ранее не известный ледник. О наличии ледников на Приполярном Урале уже установилось определенное мнение. Однако все известные здесь ледники расположены значительно севернее открытого ледника. Вновь открытый ледник распо-



Общий вид ледника

ложен в каре на юго-восточных склонах массива Тельпос-Из, примерно на 1° южнее ледников Саблинского хребта, считавшихся до последнего времени наиболее южными ледниками Урала.

Ширина ледника в верхней части, около границы перехода от снега ко льду, примерно 500, а у конца ледника ~ 150 м. Длина около 800 м. Площадь ледника приблизительно 0,18 км². Высотная граница нижнего края ледника 1050 м. На леднике много хорошо выделенных трещин, ширина некоторых из них достигает 1,5 м, глубина — 5 м. Ниже ледника расположено каровое озеро, отделенное от конца языка ледника конечной мореной и перемычкой, достигающей высоты 20 м. Из озера вытекает река Тельпос-Ю. Около озера находится перевал. Ледник с этого перевала не виден; из-за перемычки виден лишь снежник, расположенный выше ледника.

В. В. Горбачев

*Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова*

КОЛЬЦЕВАНИЕ ЛЕСНОЙ КУНИЦЫ

Вопрос о миграциях куниц по Архангельской области остается неясным. Многие охотники сообщают о массовом переселении куниц (годами) или о частичном их передвижении — при отсутствии белок и мышевидных грызунов. Однако многие придерживаются мнения, что куница вообще никаких переселений не совершает и что у этого хищника в течение многих лет сохраняется индивидуальный ареал.

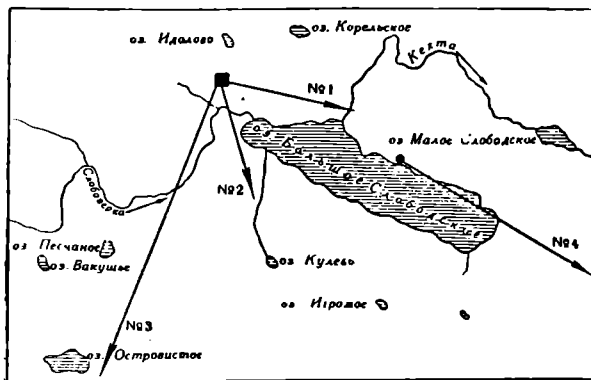
Приведем здесь некоторые наши наблюдения, проливающие свет на этот вопрос.

26 июня 1953 г. в Слободском бобровом заказнике, в 40 км к югу от Архангельска, между озерами Слободское и Идолово, в дупле старой ели мы поймали четырех молодых куниц, трех самцов и одну самку. Испуганная старая куница выскочила из дупла и скрылась в лесу. Молодые кунички были окольцованы нами кольцами серии Н, которые вставлялись в прокол уха и закреплялись. Через два дня и в последующие месяцы куниц здесь не встречали.

Почти через 16 месяцев, 20 октября 1954 г., в капкан, поставленный на белку на стволе ели, в 4 км на восток от места кольцевания, был пойман самец куницы с кольцом № 7241 (см. рис., путь куницы № 1).

Второй случай поимки куницы произошел на девятнадцатый месяц — 12 января 1955 г., когда самец с кольцом № 7242 был добыт в 3 км на юг от места кольцевания (см. путь куницы № 2).

В третьем случае — 21 ноября 1956 г. (почти



Обзорная карта центра Слободского бобрового заказника с пунктом кольцевания лесной куницы и путями ее расселения

через 2 года 5 мес.) самка с кольцом № 7243 была добыта в 10 км к югу от места кольцевания (см. путь куницы № 3).

Интересна была добыча куницы-самки, попавшей 10 ноября 1953 г. в медвежий капкан и оставившей там полхвоста. Зверек до этого около месяца (установлено по следам на снегу) ходил к трупам лося, у которого и был поставлен капкан на медведя. После того как остатки от туши лося убрали, куница пошла на восток, а 17 января 1954 г. охотник А. Х. Кузнецов (ст. Тундра, Северной ж. д.) эту куницу добыл в капкан в 9 км восточнее (см. путь куницы № 4).

В. Я. Паровицков

Слободской бобровый заказник: (ст. Тундра, Северной ж. д.)

МАССОВЫЙ ЛЁТ СТРЕКОЗ

Весна 1956 г. в Киевской области была холодная и дождливая. Длительные холода только изредка, на один-два дня, сменялись теплом, после которого снова на долгое время устанавливалась холодная погода с дождями и холодными ветрами.

В конце мая было холодно. 2 июня несколько потеплело, а 3 июня с утра наступило резкое потепление. Дул юго-западный умеренный ветер. В этот день около 8 час. утра в Киеве и его окрестностях появилась масса стрекоз. Массовый лёт их наблюдался в течение всего дня. Стрекозы летели на высоте 2—4-этажных домов в одном направлении — с юго-запада на северо-восток, не останавливаясь в садах у домов и перелетая через крыши самых высоких домов.

Это были стрекозы *Libellula quadrimaculata* довольно крупного размера — около 5 см в длину. Они летели за Днепр, где луга, озера и леса.

Лёт стрекоз не был сплошным. Он проходил с перерывами около минуты, как бы волнами. В течение 5 мин. пролетало около 150 стрекоз, стайками по 8—15 штук. Во второй половине дня массовый лёт стрекоз значительно уменьшился, а к ночи он прекратился совсем и в следующие дни больше не повторялся.

Указанный вид стрекоз, как правило, появляется в июне, но такой массовый лёт в Киевской области наблюдался впервые.

И. В. Стеллецкий
Киев



АКВАРИУМ И ТЕРРАРИУМ

СОВРЕМЕННАЯ АКВАРИАЛЬНАЯ ТЕХНИКА

Трудно переоценить значение аквариума в научно-исследовательской и учебно-педагогической работе. Но как ни прост уход за аквариумом, все же он требует известных технических приспособлений (для освещения, обогрева, очистки воды и пр.). Особенно остро ощущается потребность в такой технике, когда имеется большое аквариальное хозяйство, при содержании и разведении тропических пресноводных, а главное — морских рыб. Последнее вообще невозможно без определенного технического оснащения.

Однако аквариальная техника стоит у нас еще на низком уровне. Если перелистать ставший библиографической редкостью двухтомник Золотницкого времен первой мировой войны («Аквариум любителей»), то станет ясно, что с той поры сколько-нибудь заметного развития техники аквариума не произошло. Между тем для изменения существующего положения не требуется каких-либо сложных технических разработок, громоздких приспособлений и дефицитных материалов. Многие приспособления, необходимые аквариумисту, может легко освоить и производить местная промышленность, мастерские зоокомбинатов и т. д.

Известную пользу может принести и изучение зарубежного опыта. В этой статье приводится краткое описание некоторых приспособлений для ухода за аквариумами, получивших распространение в США.

* * *

Современные американские аквариумы изготавливаются не только из стекла, но и из специальной бесцветной пластмассы, обладающей высокой степенью прозрачности. Основой для аквариума служит каркас из нержавеющей стали или алюминия. Объемы аквариумов стандартизованы (5, 10, 15,

20 галлонов и т. д.). Это облегчает дозировку лекарств, химикатов для удобрения, кондиционирование воды, подбор подогревателя нужной мощности и пр.

Сверху аквариумы бывают, как правило, закрыты предохраняющими от пыли и выпрыгивания рыб крышками из нержавеющей стали. Эти крышки служат одновременно и рефлекторами для освещения аквариумов сверху. Освещение боковыми рефлекторами не применяется, очевидно, из-за того, что оно вызывает зеленый налет на внутренней поверхности стекол. Кроме того, освещение сверху считается более естественным, да и внешний вид аквариума, окраска рыб становятся более привлекательными при верхнем освещении.

Источник света (продолговатой формы лампочка накаливания или люминесцентная лампа) располагается под крышкой аквариума, ближе к переднему краю. Рефлектор концентрирует основную часть света в нужном направлении и вместе с тем скрывает от глаз самый источник света.

Для содержания тропических рыб, а также для создания оптимальных перестовых условий применяются подогреватели, соединенные с терморегуляторами.

Подогреватели всех марок представляют собой нагревательную спираль, опущенную в пробирку с диэлектрической жидкостью (лучше всего — вазелиновое масло, обладающее хорошими изоляционными качествами и прозрачностью). Подогреватель последовательно соединен с терморегулятором. Последний замыкает цепь, т. е. включает подогреватель при падении температуры воды ниже заранее установленного уровня. Как только температура воды в аквариуме несколько повысится, терморегулятор размыкает цепь, и нагревание прекращается. Такое устройство не только создает хорошие

тепловые условия, но вместе с тем экономит электроэнергию.

Принцип действия терморегулятора во всех моделях одинаков. Основные детали — биметаллическая пружина, контакт и регулирующий винт. Пружина, состоящая из скрепленных вместе двух тонких полосок металла с различным коэффициентом расширения, по-разному изгибается, в зависимости от различных температур нагрева. Прикасаясь к контакту, она замыкает ток. При помощи регулирующего винта изменяется расстояние между пружиной и контактом, а следовательно, и температура срабатывания. Терморегулирующее устройство помещается в упомянутую выше диэлектрическую жидкость для улучшения теплового контакта с водой аквариума, в которую погружен прибор.

Параллельно со спиралью подогревателя, через сопротивление (50—100 ком) подключена миниатюрная сигнальная лампочка (обычно неоновая). Она показывает, включен ли подогреватель в данный момент. Терморегулятор обычно находится в одной пробирке с подогревателем. В некоторых моделях он помещается в отдельный водонепроницаемый сосуд (рис. 1), что представляется

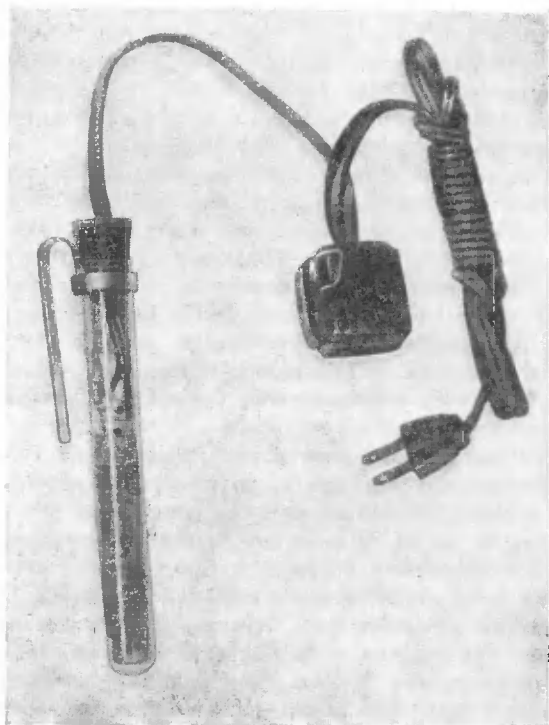


Рис. 1. Подогреватель с термостатом

нам более правильным.

Описанная выше конструкция терморегулятора проста, надежна и дешева. Она дает возможность в каждом отдельном случае устанавливать в аквариуме нужную температуру воды, например, ночью несколько пониженную для поддержания суточных биологических циклов.

Важная проблема для каждого аквариумиста — это воздухомышение. Воздух, подаваемый в аквариум по плангам, проходит через распылители и вырывается вверх тысячами мелких пузырьков, насыщая воду и заставляя ее циркулировать. Это не только улучшает условия существования рыб, но и позволяет содержать их значительно больше, чем в аквариумах того же объема, но не имеющих воздушного дутья.

Для того чтобы обеспечить регулярное насыщение воды аквариума воздухом, необходим компрессор, подающий достаточное количество воздуха при избыточном давлении не менее 0,25 ат. Электрокомпрессоры выпускаются разнообразных систем. Наиболее распространены плунжерные (поршневые) компрессоры. Они дают достаточное давление воздуха, но имеют два существенных недостатка. Первый — необходимость постоянной смазки плунжера. Брызги и пары масла нагнетаются в планги, постепенно разрушают их и к тому же попадают с воздухом в воду аквариума. Второй недостаток — это неизбежное устройство, превращающее вращательное движение шкива электромотора в возвратно-поступательное движение поршня. Это устройство (приводной ремень, кривошипы, эксцентрики, червячно-шестеренчатые редукторы) обычно понижает коэффициент полезного действия, требует специального ухода и недолговечно в эксплуатации.

Роторные насосы, представляющие собой осевой компрессор, соединенный с валом электромотора, лишены указанных выше недостатков. Мотор и насос заключены в общий кожух, предохраняющий от пыли и закрывающий все движущиеся части. Засасываемый воздух обдувает мотор, предохраняя его от перегрева. Смонтированное вместе с насосом реле давления выключает мотор при повышении сверх нормы давления воздуха в магистрали.

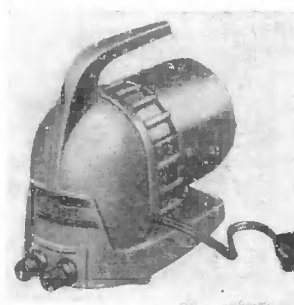


Рис. 2. Роторный воздушный насос большой производительности



Рис. 3. Миниатюрный электронасос, приспособленный к включению в гнездо для автомобильной зажигалки

рыб на дальние расстояния. Одна из моделей имеет на конце провода фишку, позволяющую включать насос в автомобильную электросистему (в гнездо для электрозажигалки). Такой насос представляет большое удобство и для рыболова. Он дает возможность даже в жаркое время года благополучно доставлять наживу к месту лова, а выловленную живую рыбу — домой.

Аквариумисты, имеющие воздушные насосы, сталкиваются иногда с неприятным явлением — вода из аквариума всасывается по воздушным шлангам и попадает в насос. Это случается при остановке насоса: благодаря охлаждению воздуха в магистрали создается вакуум. Для предотвращения таких случаев выпускаются клапаны, так называемые антисифоны, включающиеся в любую воздушную магистраль.

Необходимыми приспособлениями для аквариума служат разнообразные фильтры. Их назначение — создание в аквариуме постоянной циркуляции воды, очистка ее от грязи, нечистот, муть. В качестве фильтрующих материалов применяются песок, стеклянная вата, древесный уголь, торф. Последний помогает также регулировать pH воды.

Фильтры с воздушным подъемом воды бывают двух разновидностей — наружные (см. рис. 4) и внутренние

(рис. 5). Фильтрующая камера, изготовленная из плексигласа, подвешивается к верхней раме или к верху стекла аквариума. На дне ее уложен фильтрующий материал.

К нижней части всасывающей трубки подключается ответвление, соединенное со шлангом воздушного насоса. Пузырьки воздуха, быстро бегущие вверх по трубке, захватывают с собой небольшие порции воды. Поднявшись до верха всасывающей трубки, вода попадает в фильтрационную камеру и выливается из нее самотеком, предварительно пройдя сквозь вату, песок и т. п. В некоторых моделях воздушный илжектор применяется для выкачивания из камеры отфильтрованной воды, а нагнетание воды в фильтр осуществляется самотеком (во внутренних фильтрах) или через сифонные трубочки (в наружных фильтрах).

Описанный фильтр можно легко переносить от одного аквариума к другому в случае появления муты или взвешенных в воде частиц, подлежащих удалению.

Во всех фильтрах с воздушным подъемом воды насос перекачивает воду не непосредственно через пузырьки воздуха, что сопряжено с большими потерями в кпд. Большей производительностью и малым расходом электроэнергии отличаются так

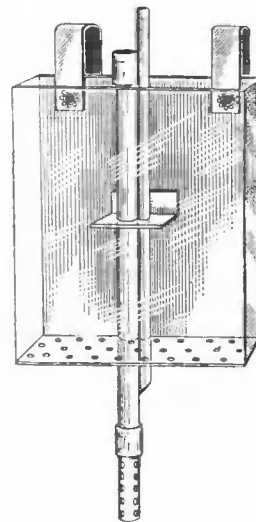


Рис. 6. Внутренний фильтр с воздушным подъемом воды

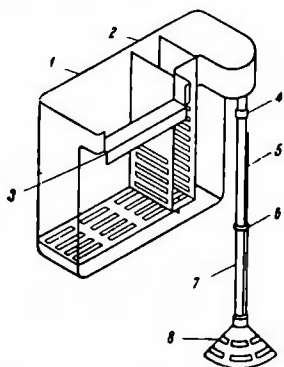


Рис. 4. Наружный фильтр с воздушным всасыванием воды. 1 — место для стеклянной ваты; 2 — для древесного угля; 3 — выступ; 4 — сварочное соединение; 5 — воздушная линия; 6 — прокладочное кольцо; 7 — водонагнетательная трубка; 8 — сетка

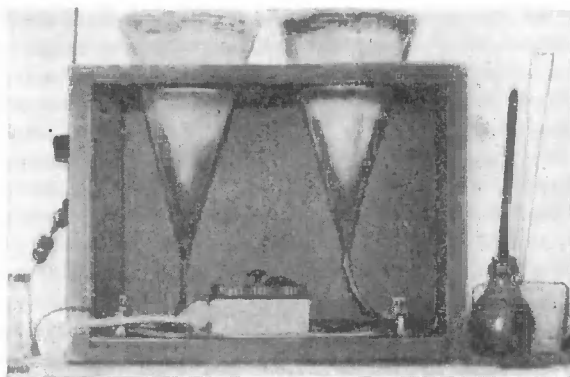


Рис. 6. Приспособление для разведения живого норма

называемые силовые фильтры. Они представляют собой плексигласовую фильтрационную камеру, разделенную на два отсека. На решетчатое дно большего отсека настилается стеклянная вата или другой фильтрующий материал. В меньшем отсеке, напоминающем узкий колодец, находится вертикальная всасывающая трубка, подающая воду в миниатюрный центробежный насос (четыре лопасти под углом 90° одна к другой). Эти лопасти, вращаемые маленьким электромоторчиком, выталкивают воду в аквариум через выходное отверстие меньшего отсека. Убыль воды компенсируется за счет большего отсека. Но прежде чем попасть оттуда в меньший, вода проходит сквозь вату. В больший отсек вода попадает самотеком, через отверстия в верхней части его стенок. Такой фильтр подвешивается к верхней раме аквариума и почти полностью погружается в воду. Силовой фильтр прогоняет через себя сотни литров воды в час при мощности мотора всего 30—40 ватт. Он может применяться для очистки воды в больших аквариумах. Все части фильтра, погруженные в воду, во избежание коррозии делаются из пластмассы.

Создание силовых фильтров обеспечило широкое внедрение в США морских аквариумов. Еще раньше там была спитезирована искусственная морская соль, содержащая все необходимое для жизни морских рыб. Ее раствор не подвержен столь быстрой порче, как натуральная морская вода. Но для обитателей морского аквариума необходима постоянная сильная циркуляция воды и высокая насыщенность ее кислородом. Эти задачи разрешены при помощи силовых фильтров. Рядовые любители получили возможность содержать у себя морских тропических рыб, отличающихся необычайным разнообразием форм и расцветок.

Американские аквариумисты имеют в своем распоряжении различные виды кормов для рыб. Очень распространена сушеная дафния, а также удобный для консервирования, пересылки и хранения корм *Brine shrimp eggs* — яйца рачка, являющегося, по-видимому, не чем иным как *Artemia salina*. Любитель получает яйца этого рачка по почте и разводит его у себя дома, имея без особых хлопот хороший живой корм круглый год. Для разведения рачка существуют простые приспособления, один из вариантов которых изображен на рис. 6. Это два пластмассовых конуса, в нижнюю часть которых введены воздушные распылители. Воздух постоянно проходит сквозь налитую в конусы подсоленную воду. Появившиеся на свет рачки собираются в

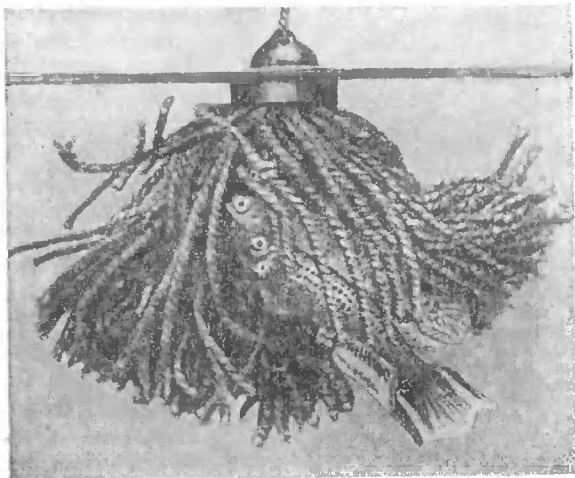


Рис. 7. Нейлоновое гнездо для икротетания

верхней части конуса, откуда по мере надобности берутся резиновой грушей и подаются в аквариум. Подобный корм можно было бы добывать и у нас. Так, *Artemia salina* в изобилии водится, например, в Аральском море.

Очень удобный вид корма для мальков, необходимый при разведении рыб, — это инфузории в таблетках. Они освобождают от трудоемкого и по очень приятного процесса разведения инфузорий. Таблетки просто бросают в воду аквариума. Цистированные инфузории «оживают», и корм готов к употреблению. Имеется также свежемороженый живой корм.

Фирмы, выпускающие оборудование для аквариумов, поставляют также многие полезные мелочи. Так, например на рис. 7, вы видите нейлоновое гнездо для икротетания. Оно может быть подвешено в верхней части аквариума или установлено в нижней его части. Очень удобны пластмассовые кормушки с резиновыми присосками для прикрепления к стенке аквариума. Такими же присосками снабжаются и термометры. Для пересылки рыб по почте или для перевозки их используются пакеты из полиэтиленовой пленки. Пакет с рыбами, наполненный водой и «закупоренный» резиновым колечком, помещается в картонную коробку. В такой упаковке рыбы могут путешествовать по почте.

М. М. Лебедевич - Юркин

Москва

ИТОГИ ПОБЕД СОЦИАЛИЗМА

ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОЙ ВЛАСТИ ЗА Сорок ЛЕТ В ЦИФРАХ

Статистический сборник

Государственное статистическое
издательство, 1957, 372 стр.

Среди большого числа книг, брошюр, документов, изданных к сорокалетию Великой Октябрьской социалистической революции, значительную цепность представляет сборник Центрального статистического управления при Совете Министров СССР. Языком цифр повествует эта книга об огромных достижениях Советской власти за сорок лет: о победе, укреплении и развитии советского общественного и государственного строя в нашей стране, о превращении ее в могущественную индустриальную державу, с самым крупным в мире высокомеханизированным сельским хозяйством, мощным транспортом, о величайшей культурной революции, совершенной в СССР, о подъеме материального благосостояния советского народа.

В отличие от выпущенных ранее статистических сборников, в частности сборника «Народное хозяйство СССР» (1956 г.), рецензируемая книга отличается большей полнотой данных по

отдельным отраслям народного хозяйства и культурного строительства, выделением основных показателей развития промышленности, сельского хозяйства, культуры и здравоохранения по союзным республикам, полнотой текстом ко многим таблицам и, что весьма важно, сопоставлением ряда данных экономики и культуры СССР и капиталистических стран. Некоторые приведенные в книге цифры характеризуют развитие экономики социалистических стран в целом. Ряд красочных диаграмм, помещенных в начале сборника, наглядно иллюстрируют основные цифры развития хозяйства и культуры нашей страны.

Не ставя перед собою цель изложить содержание всех разделов сборника (в известной степени это было сделано в рецензии на книгу «Советский Союз»¹, в которой важнейшие цифровые данные совпадают с данными последнего сборника ЦСУ), мы считаем вместе с тем необходимым выделить те показатели, которые характеризуют усилия СССР в решении главной экономической задачи — догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству

¹ См. «Природа», 1957, № 10, стр. 116—119.

продукции на душу населения.

Приведенные в сборнике таблицы темпов развития промышленности, роста национального дохода и производительности труда в СССР, в сравнении с данными главных капиталистических стран, показывают огромный перевес социалистической системы хозяйства, свидетельствуют о ее колоссальных преимуществах перед капитализмом. В области темпов развития капитализм вынужден признать себя побежденным. Высокие темпы развития экономики СССР — верный залог успеха в мирном соревновании с капитализмом.

За 40 лет, с 1918 по 1957 г. среднегодовой прирост всей промышленной продукции в СССР составлял 10%, а по крупной промышленности — 11,4%. За этот же период среднегодовой прирост промышленной продукции составил в США — 3,2%, в Англии — 1,9%, во Франции — 3,0%. Если же взять в расчет только годы нормального мирного экономического строительства, т. е. без военных лет и последующих периодов восстановления хозяйства, то картина будет еще более разительной. За 22 года (с 1930 по 1940 г. и с 1947 по 1957 г.) среднегодовой прирост всей

промышленной продукции в СССР составлял 16,2%, а крупной промышленности 17,2, в то время как в США он равнялся 2,9%, в Англии — 3,3%, во Франции — 2,6%. Это означает, что темпы прироста промышленной продукции в СССР почти в 6 раз выше, чем в США, почти в 5 раз выше, чем в Англии, и более чем в 6 раз выше, чем во Франции.

Отсталость в производстве продукции на душу населения, доставшаяся нам от царской России, успешно ликвидируется. Советский Союз быстро догоняет наиболее развитые капиталистические страны; разрыв в уровне производства важнейших продуктов промышленности существенно сократился. За период с 1913 по 1956 г. производство промышленной продукции на душу населения увеличилось в 21 раз, в том числе производство средств производства в 47 раз, а производство предметов потребления — в 8,2 раза. И если в 1913 г. на душу населения в нашей стране приходилось промышленной продукции в 13—14 раз меньше, чем в США, то в настоящее время — в 2,6 раза меньше.

В этой связи интересны данные (стр. 48) о систематическом увеличении в СССР производства отдельных видов продукции на душу населения. Так, например, в 1913 г. производилось электроэнергии на душу населения 14 *квт-ч*, в 1956 г. — 954 *квт-ч*, в 68 раз больше; угля добывалось на душу населения 209 *кг*, теперь 2135 *кг*, в 10 раз больше; нефти добывалось на душу населения 66 *кг*, теперь — 417 *кг*, в 6,3 раза больше; стали производилось 30 *кг* на душу населения, теперь — 242 *кг*, в 8 раз больше; ткани всех видов производилось 20,4 *м*, на душу населения, теперь — 34,1 *м*, в 1,7 раза больше; обуви кожаной

0,4 пары на душу населения, теперь — 1,4, в 3,3 раза больше; сахарного песка производилось 9,7 *кг* на душу населения, теперь — 21,7 *кг*, в 2,2 раза больше, и т. д.

Наша страна занимает первое место в мире по темпам роста национального дохода и производительности труда. По сравнению с 1913 г. национальный доход в СССР в 1956 г. вырос более чем в 19 раз, а по расчету на душу населения — более чем в 13 раз. За это же время национальный доход вырос в США несколько более чем в 3 раза, а по расчету на душу населения менее чем в 2 раза; в Англии и Франции — и того меньше. Что касается производительности, которая, как указывал В. И. Ленин, является в последнем счете самым важным, самым главным для победы нового общественного строя, то и в этой области темпы нашей страны намного превосходят крупнейшие капиталистические страны. С 1913 по 1956 г. производительность труда в СССР возросла примерно в 9 раз, в то время как в США несколько более чем в 2 раза, в Англии — менее чем в 1,5 раза, во Франции — в 1,8 раза.

Советская страна находится сейчас на новом этапе своего

исторического развития. У нас созданы все необходимые материальные и моральные предпосылки для перехода на более высокую ступень строительства коммунизма. Мы достигли такого уровня развития производительных сил, такого бурного развития науки и техники, что задача догнать и перегнать наиболее развитые капиталистические страны по производству продукции на душу населения стала уже практически осуществимой в ближайший период — она является вполне реальной и выполнимой.

Опубликованные в докладе Н. С. Хрущева «Сорок лет Великой Октябрьской социалистической революции» данные показывают, что примерно в ближайшие 15 лет (при учете возможного роста за это время экономики США) наша страна сумеет не только догнать, но и превзойти современный объем производства важнейших видов продукции в США. Приведем эти цифры (для наглядности сведем их в таблицу).

Велика роль советской науки в техническом прогрессе страны, в развитии ее производительных сил. Новейшие открытия советских ученых, связанные с мирным использованием атомной

Уровень производства важнейших видов продукции

Виды продукции	СССР 1957 г.	США 1956 г.	СССР ежегодное про- изводство примерно через 15 лет (предварительные наметки)
Железная руда (млн. т)	84	98	250—300
Уголь (млн. т)	462 ¹	479	650—750
Нефть (млн. т)	98	354	350—400 ²
Чугун (млн. т)	более 37	69	75—85
Сталь (млн. т)	51	104,5	100—120
Электроэнергия (млрд. <i>квт-ч</i>)	210	684	800—900
Цемент (млн. т)	почти 29	54	90—110
Сахарный песок (млн. т)	свыше 4,5	2,1	9—10
Шерстяные ткани (млн. м)	свыше 280	299	550—650
Обувь кожаная (млн. пар)	около 315	586	600—700

¹ В пересчете на каменный уголь — 395 млн. т

² Добыча и производство газа — 270—320 млрд. м³

энергии, созданием межконтинентальных баллистических ракет, запуском первых в мире искусственных спутников Земли и другие достижения, поставили нашу науку по важнейшим областям знания на первое место в мире. Советские ученые решают многие теоретические и практические задачи, оказывающие непосредственное влияние на производство, способствуя его интенсификации, автоматизации, наиболее эффективному использованию оборудования. Внедряются новые методы и более совершенная прогрессивная технология производства. Так, в черной металлургии в 1950 г. только 6,4% общего объема доменных печей было переведено на работу с повышенным давлением газа под колошником; в 1956 г. уже 70,5% общего объема доменных печей работало этим методом. В 1950 г. только 191 тыс. *т* стали выплавлено с применением в мартеновских печах кислорода, в 1956 г. — более 7,5 млн. *т*.

Ряд таблиц сборника показывает внедрение новейшей тех-

ники и прогрессивных методов производства на электростанциях, в угле- и нефтедобыче, в химической, легкой, пищевой и других отраслях промышленности, что ведет к неуклонному подъему производительности труда, росту производства.

Среди обширного цифрового материала, характеризующего развитие социалистического сельского хозяйства, привлекают внимание данные о механизации, энерговооруженности, химизации сельского хозяйства. Достаточно указать, что энергетическая мощность сельского хозяйства СССР возросла за 40 лет почти в 5 раз. Данные о развитии социалистического животноводства, приведенные в сборнике, в особенности о повышении продуктивности скота в совхозах и колхозах, еще раз подтверждают полную реальность решения задачи — догнать в ближайшие годы США по производству на душу населения мяса, молока и масла.

Из множества других цифр приведем лишь некоторые данные о подготовке специалистов и численности научных работни-

ков. За годы Советской власти подготовлено около 10 млн. специалистов высшей и средней квалификации. В СССР ежегодно подготавливается инженеров в несколько раз больше, чем в США. В 1956 г. у нас выпущено 71 тыс. инженеров, в США — 26 тыс., при этом подготовка инженеров в США из года в год уменьшается (в 1956 г. в 2 с лишним раза меньше, чем в 1950 г.), а в СССР неуклонно растет (в 1956 г. в 2 раза больше, чем в 1950 г.). О росте научной базы нашей страны говорят такие цифры: в СССР имеется 2756 научных учреждений и около 240 тыс. научных работников.

Статистический сборник «Достижения Советской власти за 40 лет в цифрах» — серьезный и полезный труд. Этот настольный справочник окажет большую помощь не только специалисту, но и широкому кругу советской интеллигенции, нашим пропагандистам и агитаторам в их повседневной работе.

Я. Б. Коган

Москва

МОНОГРАФИЯ ОБ ОБШИРНОМ И БОГАТОМ КРАЕ

М. И. Помус

ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ

Экономико-географическая характеристика

Государственное издательство географической литературы.

1956, 643 стр.

На западе — седой древний Урал, на востоке — бурный, могучий Енисей, на севере — Ледовитый океан, на юге — покрытые темно-зеленой тайгой и вечными снегами Алтайские горы. Это — Западная Сибирь, один из самых больших районов

страны, занимающий девятую часть ее территории.

Необъятны здесь просторы плодородных целинных земель, необозримы тысячекilометровые таежные массивы, практически неисчерпаемы богатства земных недр. Кузнецкий каменноугольный бассейн — бесценная кладовая высококачественных коксующихся и энергетических углей. Велики запасы железных руд Горной Шории, Кузнецкого Алатау, Западного Саяна, полиметаллических руд Алтая, из которых выплавляют свинец, цинк, серебро, золото. Есть

здесь сырье и для производства титана — металла будущего, ртути, молибдена, вольфрама, ванадия и других редких металлов. Многие богатства западно-сибирских недр используются в народном хозяйстве, но многие еще ждут своих исследователей и добытчиков.

Совсем недавно на 64 параллели, близ селения Березово, на реке Северная Сосьва, была пробурена первая скважина. На глубине 1800 м появился запах газа, а вскоре ударил газовый фонтан под давлением в 180 атмосфер. Не успела облететь

страну эта повесть, как мы узнаем о другом открытии — крупного месторождения осадочных железных руд в районе Томска.

Остаются еще на западно-сибирской земле слабо изученные места. Мало, очень мало пока у нас литературы об этом обширном районе страны, о его природных богатствах и народном хозяйстве, о перспективах развития производительных сил.

Монография М. И. Помуса, посвященная экономико-географической характеристике Западной Сибири, — первое крупное комплексное описание этого огромного и важного края нашей страны. Автор много путешествовал по малоисследованным районам Обского Севера, Алтая, Восточного Урала, побывал во многих колхозах, совхозах и на промышленных предприятиях. Пытливый исследователь посещал юрту пастуха и палатку геолога, дом колхозника и подземные «цехи» горняка.

Автор кратко рассказывает о геологическом строении Западной Сибири, о ее рельефе, полезных ископаемых, климате, водах, почвах, растительности и животном мире. Очень сжато, но продуманно характеризуются природные районы: тундра и лесостепь, лесная (таежная) зона, лесостепь и степь, Горный Алтай и Урал.

В книге дано систематическое

изложение истории развития народного хозяйства Западной Сибири до ее вхождения в состав России, в феодально-крепостнический и капиталистический периоды. Но особенно запоминаются страницы, посвященные периоду социалистической индустриализации, периоду создания здесь мощной горнодобывающей, металлургической и машиностроительной промышленности. В таежной глухомани Горной Шории выросли рудники и рабочие поселки, на кузнецкой земле задыхались трубы первого в Сибири металлургического гиганта, поднялись красноезевые копи десятков мощных шахт, образовались новые города.

Большую часть монографии занимает подробная экономико-географическая характеристика административно-хозяйственных районов Западной Сибири. Много места, и это справедливо, уделяет автор показу Кузнецкой котловины. Здесь, в стране древних кузнецов, ковавших железо много веков тому назад, за годы Советской власти выросла вторая угольная «кочегарка» нашей страны, крупнейший индустриальный район Азии.

Интересно описан Алтайский край — край белогорья, необятных степей, настоящая житница Сибири, район быстро растущей индустрии.

М. И. Помус много поработал

над обобщением огромного фактического материала, над выделением из него главного, нужного. И то значительное, что он увидел глазами исследователя, по праву заняло ведущее место на страницах книги.

В ней много удачных фотографий, карт, что значительно облегчает усвоение прочитанного текста, к сожалению, порой довольно сухого. Тем не менее, написанная на большом фактическом материале, книга будет полезна и экономистам плановых организаций, работающим над вопросами развития производительных сил, и руководителям партийным и хозяйственным работникам краев и областей Сибири, и студентам высшей школы. Но особенно она нужна школьному учителю — преподавателю географии и истории. Бесспорно также значение книги как справочного пособия.

Книга «Западная Сибирь» представляет несомненный интерес и может быть рекомендована широкому кругу читателей, как первое большое и написанное на достаточном научном уровне экономико-географическое исследование района.

Г. Д. Курочкин
Кандидат геолого-минералогических наук
Л. В. Семенов
Кандидат экономических наук
Москва

КНИГА О ВЫДАЮЩЕМСЯ БОТАНИКЕ И ПЕДАГОГЕ

Б. Е. Райков

ВАЛЕРИАН ВИКТОРОВИЧ
ПОЛОВЦОВ, ЕГО ЖИЗНЬ
И ТРУДЫ

Изд-во АН СССР, 1956, 330 стр.

«Мы ленивы и не любопытны», сказал Пушкин. «И не

благодарны», добавил В. Стасов. В этих горьких словах запечатлелось то безразличие, с которым в дореволюционной России относились к прошлому нашей культуры. В наше время дело, несомненно, изменилось к лучше-

му. Многообразие исследуются произведения как народного творчества, так и отдельных выдающихся деятелей культуры. Для изучения истории отечественной науки много сделал и автор рецензируемой книги проф. Б. Е. Райков, по-

святивший монографию выдающемуся ботанику и педагогу-методисту В. В. Половцову. В первой части книги дается обзор жизни и деятельности ученого, во второй — главным образом говорится о его работе как методиста естествознания и общественного. Последняя глава содержит подробную аннотированную библиографию работ Половцова и литературу о нем. В приложении публикуются две речи

Половцова, программы и другие документы.

Автор книги, лично знавший В. В. Половцова и сотрудничавший с ним, сообщает много ценных сведений и материалов, до сих пор не опубликованных или забытых. Жизнь Половцова рисуется на фоне общественных событий того времени. Мы знакомимся с деятельностью прогрессивного ученого и неутомимого деятеля народного просвещения,

преобразователя методики преподавания естествознания. Книга написана ясным и живым языком и много даст всем интересующимся историей естествознания и педагогики в дореволюционной России. Труд Б. Е. Райкова — достойное выражение уважения и благодарности, которые заслужил такой деятель нашей культуры, как В. В. Половцов.

И. И. Канасе
Ленинград

КОРОТКО О НОВЫХ КНИГАХ

ФИЗИКА ДЕЛЕНИЯ АТОМНЫХ ЯДЕР

Атомиздат, 1957, 214 стр., с илл., ц. 8 р.

В книгу включены доклады, прочитанные на Совещании по физике деления ядер в Академии наук СССР в 1956 г. В докладах содержится обзор теоретических и экспериментальных работ по наиболее важным вопросам физики деления ядер, в том числе о сечении деления ядер, о спонтанном делении, продуктах деления и о методах регистрации. Книга издана в качестве приложения к журналу «Атомная энергия». В дальнейшем такие приложения будут выходить систематически.

ПРИКЛАДНАЯ ГЕОФИЗИКА

Государственное научно-техническое издательство нефтяной и горно-топливной литературы, 1957, вып. 16, 242 стр., ц. 11 р. 80 к.

Сборник посвящен вопросам новейших методов разведки недр. Опубликованные статьи передают опыт сейсмической, электрической, гравиметрической, магнитной разведки, совершеннейших способов исследования скважин. Описывается новейшая аппаратура. В сборнике даны ценные материалы для геологических обобщений. Издание рассчитано на геофизиков, геологов-нефтяников и других специалистов, интересующихся методикой геофизических разведок.

М. В. Колодин

ВЕТЕР И ВЕТРОТЕХНИКА

Изд-во Академии наук Туркменской ССР, 1957, 139 стр., илл., ц. 6 р. 45 к.

Наряду с бурным развитием всех видов энергетики, важное значение приобретает использование силы ветра. Автор в простой и доходчивой форме рассказывает о применении силы ветра вообще и в частности в народном хозяйстве Туркмении. Книга делится на две части. В первой автор останавливается на особенностях ветра, рассказывает о приборах, измеряющих скорость ветра, основных типах ветродвигателей и их применении в народном хозяйстве: для помола зерна, водоснабжения, механизации производственных процессов в сельском хозяйстве и для других целей. Вторая часть посвящена ветровому режиму в Туркменской ССР и вопросам размещения ветровых двигателей в различных районах республики.

П. С. Кудрявцев

ИСТОРИЯ ФИЗИКИ

Учпедгиз, т. II, 1956, 487 стр., с илл., ц. 11 р. 90 к.

Очередной, второй том монографии известного советского ученого завершает историю доквантовой физики. В этом труде автор, наряду с важнейшими событиями в физической науке, рассматривает ее взаимосвязи с жизнью обще-

ства, роль физики в развитии общественного производства. В ряде глав автор подробно рассказывает о процессе завершения классической физики и одновременно выделении новых научных открытий, вызвавших ряд последствий в общественной жизни, например в наши дни атомную политику. Отдельная глава в книге посвящена характеристике русской физики в конце XIX в., причем рассматривается влияние общественных условий на развитие отечественной науки. К книге приложен краткий биографический справочник о всех упоминаемых в истории деятелях науки.

А. М. Яглом и П. М. Яглом ВЕРОЯТНОСТЬ И ИНФОРМАЦИЯ

Гостехтеоретиздат, 1957, 159 стр., ц. 2 р. 70 к.

Книга рассчитана на широкий круг читателей, имеющих средний математический уровень. В объеме средней школы, дает ясное представление о практическом применении теории информации. В первой главе приведены сведения из теории вероятностей, во второй — понятия энтропии и информации, в третьей главе излагаются решения некоторых логических задач с применением категорий теории информации. В четвертой главе рассказывается о применении теории информации к вопросам передачи сообщений по линиям связи. В конце книги даются приложения о свойствах выпуклых функций и некоторые неравенства.

**Л. И. Савич-Любичкая
и О. Е. Фатяхина**

**ЗНАЧЕНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
ТОРФА В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**
Научно-популярная серия

Изд-во АН СССР, 1957, 93 стр.,
с илл., ц. 1 р. 65 к.

На основе данных передового производственного опыта колхозов и совхозов и достижений науки авторы излагают, какое значение имеет торф в сельском хозяйстве и каковы возможности его широкого использования. Они рассказывают о применении торфа в качестве удобрения, об использовании высококачественной торфяной подстилки для скота, о выращивании рассады овощных культур в торфоперегнойных горшочках. Освоение торфяных болот значительно расширяет площади полезных земель и увеличивает возможности посева зерновых, кормовых и овощных культур на этих осушенных болотах.

Н. Ф. Сорокин. П. М. Сорокина
ЦВЕТУЩИЕ КУСТАРНИКИ

Пензенское книжное издательство,
1957, 36 стр., с илл., ц. 40 к.

В этой брошюре рассказывается о некоторых красиво цветущих кустарниках, которыми можно украшать наши общественные скверы и сады. Отдельные главы посвящаются описанию сирени, жасмина, махровой калины, спиреи, снежноягодника, роз, барбариса, декоративной смородины и жимолости. В заключение авторы знакомят читателя с размножением кустарников, их посадкой и уходом за ними.

К. Гельбиг

У ПОДНОЖЬЯ МАХАМЕРА

Географиз, 1957, 183 стр., с илл.,
ц. 4 р. 80 к.

Эта переведенная с немецкого книга посвящена странствиям автора по Яве. Живое и интересно он делится своими впечатлениями о поездках в Индонезию в период, когда она была еще голландской

колонией. Автор описывает богатую тропическую природу Явы, ее вулканы, на вершинах крупнейших из которых он побывал, разнообразную растительность Малайского архипелага, чайные, кокосовые и другие плантации, животный мир Явы. Подробно рассказывается о столице Индонезии — Джакарте, история города и жизнь его населения. К книге прилагается карта с обозначением древних храмов и мест культа.

Н. Н. Сушкина

ДВА ЛЕТА В АРКТИКЕ

Изд-во АН СССР, 1957, 174 стр.,
с илл., ц. 2 р. 90 к.

Книга написана на основании личных впечатлений автора, во время путешествия на Новую Землю и Землю Франца-Иосифа. Приводятся сведения о геологическом прошлом этих мест, о характере оледенения и работе ледников, о климате, животном мире и растительности. Автор живо и интересно рассказывает об исследованиях этих земель, о современной жизни населения, его нравах и обычаях, а также о проведении промысла на Новой Земле.

Текст сопровождается интересными иллюстрациями и картой.

А. Е. Святловский

ЦУНАМИ

Изд-во АН СССР, 1957, 68 стр.,
с илл., ц. 2 р.

«Цунами — японское название волн, возникающих в морях и океанах обычно вследствие подводных землетрясений и гораздо реже — вследствие взрывов подводных или островных вулканов» — пишет автор. В своей брошюре он знакомит читателя с особенностями этих разрушительных морских волн. Рассказав о причинах их возникновения, геологической природе и физических свойствах, о методах изучения и возможности предсказания, А. Е. Святловский дает некоторые рекомендации по

защите от цунами населения тихоокеанского побережья Советского Союза, а также судов, находящихся у береговых стоянок. В конце прилагается шкала балльности, рекомендуемая для характеристики силы моретрясения, которые могут сопровождаться возникновением цунами.

В. Н. Тихонов

**БЕКОННЫЙ И МЯСНОЙ ОТКОРМ
СВИНЕЙ**

Изд-во АН Латвийской ССР, 1957,
248 стр., с илл., ц. 5 р. 90 к.

Увеличение производства мяса в нашей стране должно происходить, прежде всего, за счет развития свиноводства. В свете этой задачи книга В. Н. Тихонова разбирает наиболее рациональные методы беконного и мясного откорма свиней. Зоотехники, научные работники, колхозные и совхозные свиноводы найдут здесь много ценного для своей практической работы. Они узнают, какие требования предъявляются к беконным и мясным откормочникам, как их содержать зимой и летом и как кормить, как повысить эффективность откорма путем племенной работы, какое значение имеет промышленное скрещивание в мясном и беконном свиноводстве и какова его роль в данной отрасли животноводства.

И. З. Кряж и Г. М. Колобов

**МЯСНОЕ ПТИЦЕВОДСТВО В
КОЛХОЗАХ**

Изд-во Министерства сельского хозяйства, 1957, 36 стр., ц. 70 к.

Брошюра посвящена вопросам увеличения производства мяса за счет птицеводства. Приводятся данные по массовому выращиванию птицы на мясо в колхозах Старомлиновского района, Сталинской области УССР. В брошюре говорится о мясном потенциале в птицеводстве, о перспективах его развития, об организации кормления, строительства и оборудования птицеводческих построек, о правильном выращивании молодняка.

127

аномалий может служить январь 1940 г., очень суровый почти на всей ЕТС, за исключением крайнего юго-востока. В этот холодный год отклонения составили в Архангельске — 9,7°; Казани — 7,2°; Москве — 9,4°; Ленинграде — 7,1°; Харькове — 5,1; Киеве — 5,3°; Ростове на Д — 3,7°; Одессе — 4,3; Кишиневе — 5,0°.

Г. А. Ремизов
Московский филиал Географического общества СССР

ЛЕДОВЫЙ РЕЖИМ РЕК

Огромная протяженность Советского Союза с севера на юг и с запада на восток определяет весьма большое различие климатических условий и, следовательно, разнообразие ледового режима рек в различных районах. Большинство рек нашей страны в январе сковано льдом. Но на малых реках черноморского склона Кавказа, берущих начало невысоко в горах (р. р. Сочи, Техури, Натаноби и др.), а также на карпатских притоках Днестра, питающихся в основном дождевыми и талыми снеговыми водами, в январе обычно проходит дождевые паводки. Вследствие теплого климата не бывает ледостава и на реках Крыма, Ленкорани и Копет-Дага. Устойчивого ледостава обычно не наблюдается также на реках горных областей Кавказа, Тянь-Шаня

и Памира; непродолжительный ледостав устанавливается лишь в наиболее морозные дни января, обычно выше затворов, образующихся шугой, где скорости течения резко снижаются.

Толщина льда на реках зависит главным образом от температуры воздуха, мощности снега, покрывающего лед, морфологических свойств русла и скорости течения. В связи с этим наиболее мощный лед наблюдается на реках северной и северо-восточной Сибири (в низовьях рек Колымы, Анабара, Индигирки, Яны и др.), где зимой весьма низка температура воздуха и незначительна высота снежного покрова. К концу зимы толщина льда на плесах достигает здесь 2 м, а многие малые и средние реки вообще промерзают до дна.

На реках Европейского Севера (Полярный и Приполярный Урал, Кольский полуостров, Карелия) толщина льда значительно меньше (до 1 м), что объясняется более высокими зимними температурами воздуха, значительными скоростями течений и сравнительно большим количеством снега на льду, предохраняющего реки от глубокого промерзания. Примерно такой же толщины (до 1 м) наблюдается лед на реках в средней полосе Западной Сибири. На юге Европейской части СССР и в низовьях крупных рек Средней Азии (Сыр-Дарья, Аму-Дарья) толщина ледяного покрова редко

превышает 25—30 см. Однако даже в самые сильные январские морозы наиболее порожистые участки рек Сибири, Кольского полуострова, Карелии, Полярного и Приполярного Урала не покрываются льдом. В морозном воздухе издалека слышен шум порогов. Над темным бурлящим потоком клубится пар. На каждом таком пороге, в результате переохлаждения частицы воды интенсивно образуются внутриводный лед и шуга, часто приводящие к возникновению зажоров и мощных наледей в руслах рек. Наледи образуются также и вследствие обильного выхода подземных вод на поверхность ледяного покрова или на пойму. Наибольших размеров — до 6 м толщины — наледи наблюдаются в Верхоянско-Колымской горной стране, на Полярном и Приполярном Урале. Незамерзающие полыньи на реках образуются также под влиянием выхода грунтовых вод, обладающих более высокой температурой, либо, если река вытекает из озера, вследствие подтока более теплых озерных вод. Такие полыньи ежегодно наблюдаются в истоках рек Ангара, Невы, Свири, Волхова и др. В пределах городов полыньи создаются иногда в местах сброса отработанных промышленных вод.

А. О. Кеммерих

Институт географии
Академии наук СССР (Москва)

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, центр, Малый Харитоньевский пер., 4, тел. К 5-60-28, Б 8-06-72.

Подписано к печати 9/1 58 г. Т-00209. Формат 82×108¹/₁₆. Печ. л. 13,12 + 4 вклейки. Уч.-изд. л. 13,52
Бум. л. 4. Тираж 25000 экз. Зак. № 2272

2-я тип. Издательства Академии наук СССР. Москва. Шубинский пер., д. 10

7 руб.