

ПРИРОДА

12.72





Союзу
Советских
Социалистических
Республик
50 лет

ПРИРОДА

Ежемесячный популярный
естественнонаучный журнал
Академии наук СССР

Основан в 1912 году



Издательство
«Наука»
Москва

Главный редактор

академик
Н. Г. БАСОВДоктор Физико-математических наук
Е. В. АРТЮШКОВАкадемик
Б. Л. АСТАУРОВДоктор биологических наук
А. Г. БАННИКОВАкадемик
А. И. БЕРГАкадемик
А. П. ВИНОГРАДОВЗам. главного редактора
доктор Физико-математических наук
В. М. ГАЛИЦКИЙЧлен-корреспондент АН СССР
Б. Н. ДЕЛОНЕДоктор Физико-математических наук
С. П. КАПИЦААкадемик
Б. М. КЕДРОВАкадемик
И. К. ЖИКОИНЧлен-корреспондент АН СССР
Н. К. КОЧЕТКОВЧлен-корреспондент АН СССР
В. Л. КРЕТОВИЧДоктор Физико-математических наук
Б. В. КУКАРКИНДоктор философских наук
Г. А. КУРСАНОВАкадемик
К. К. МАРКОВДоктор философских наук
Н. Ф. ОВЧИННИКОВОтветственный секретарь
В. М. ПОЛЫНИНЗам. главного редактора
доктор геолого-минералогических наук
Ю. М. ПУЩАРОВСКИЙЗам. главного редактора
доктор биологических наук
А. К. СКВОРЦОВДоктор геолого-минералогических наук
М. А. ФАВОРСКАЯЗам. главного редактора
кандидат технических наук
А. С. ФЕДОРОВДоктор биологических наук
К. К. ФЛЕРОВДоктор биологических наук
А. Н. ФОРМОЗОВАкадемик
Г. М. ФРАНКЧлен-корреспондент АН СССР
В. Е. ХАИНАкадемик
Н. В. ЦИЦИНДоктор географических наук
Л. А. ЧУБУКОВАкадемик
В. А. ЭНГЕЛЬГАРТДоктор биологических наук
А. В. ЯБЛОКОВОформление П. Г. АБЕЛИНА
Художественный редактор Д. И. СКЛЯР
Корректоры: Ю. И. ГЛАЗУНОВА,
Л. А. ЛЕДНИКОВА.Адрес редакции: Москва М-127,
ул. Осипенко, 52, тел. 231-76-80;
231-71-60

Подписано к печати 21/XI-1972 г. Т-15686

Формат бумаги 84×108^{1/16}
Уч.-изд. л. 18,1+2 вкл. Бум. л. 4

Тираж 50 000 экз. Зак. 1217

2-я типография издательства «Наука»
Москва Г-99, Шубинский пер., 10.
Обложка отпечатана на Подольской
фабрике офсетной печати.
Подольск, Революционный проспект,
80-42.

А. С. Федоров. Наука Советского Союза за 50 лет	2	А. В. Яблоков. Замечательный морской зверь — морж	82
Н. Г. Басов, Э. М. Беленов. Сверхузкие спектральные линии и квантовые стандарты частоты	10	Н. И. Родный. Научные школы	84
А. И. Алиханьян. Электромагнитные взаимодействия при высоких энергиях	19	НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	
Ю. Ю. Марти. Как умножить биологические ресурсы Каспия	28	В. П. Щеглов. Астрономия в Узбекистане за 50 лет	89
В. А. Поляков, Г. А. Николаев, М. В. Волков. Биологическая сварка и резка тканей	40	В. В. Крючков. Самые северные леса на Земле	93
В. Н. Киселев. Парадоксы мелиорации Белорусского Полесья	46	Е. Н. Одинцова. Витамины водоемов	96
И. И. Берсенев. Как образовалось Японское море?	52	М. М. Дагаев. Астрономические явления в 1973 году	98
В. В. Покишевский. Новая историческая общность — советский народ	60	НОВОСТИ НАУКИ	101
А. С. Монин, К. С. Шифрин. Оптика и гидродинамика океана	66	КНИГИ	
А. А. Тимофеева. Пернатые острова Ионы	72	Е. С. Лихтенштейн. Научные достижения советских республик	111
С. М. Успенский. Моржи — исполины арктических вод	77	Л. С. Абрамов. Популярное географическое описание нашей Родины	112
		Тематический указатель журнала «Природа» 1972 г.	118
		Авторский указатель журнала «Природа» 1972 г.	126

На первой странице обложки. Цветение лотоса (*Nelumbium nelumbo*) в Астраханском заповеднике.

Фото В. Н. Минкевича

На четвертой странице обложки. Волго-Каспийский морской канал. См. статью Ю. Ю. Марти «Как умножить биологические ресурсы Каспия», стр. 28.

Фото М. С. Редькина

На третьей странице обложки. Действующий макет оптического квантового стандарта частоты, созданный в Физическом институте им. П. Н. Лебедева АН СССР. Красным цветом показаны ячейки с усиливающим газом. См. статью Н. Г. Басова и Э. М. Беленова «Сверхузкие спектральные линии и квантовые стандарты частоты», стр. 10.

Фото Н. В. Смирнова

При перепечатке ссылка на журнал «ПРИРОДА» обязательна.

Редакция рукописей не возвращает.

Наука Советского Союза за 50 лет

А. С. Федоров

Кандидат технических наук

Москва

Страна науки, страна ученых

В обстановке могучего трудового подъема встречает многонациональный советский народ свой великий праздник — полувековой юбилей Советского Союза, первого в мире государства трудящихся. 30 декабря 1922 г. I Всесоюзный съезд Советов единодушно принял Декларацию об образовании Союза Советских Социалистических Республик. Добровольное объединение суверенных советских республик в единое многонациональное социалистическое государство, осуществленное под руководством Коммунистической партии во главе с В. И. Лениным, явилось достойным увенчанием заложенных еще в октябре 1917 г. основ мирного сожительства и братского сотрудничества народов.

«Образование СССР по своей политической значимости и социально-экономическим последствиям занимает выдающееся место в истории Советского государства», — указывается в Постановлении Центрального Комитета КПСС «О подготовке к 50-летию образования Союза Советских Социалистических Республик». — Это историческое событие — убедительная победа идей пролетарского интернационализма, плодотворный результат осуществления ленинской национальной политики Коммунистической партии. Образование Советского Союза явилось одним из решающих факторов, обеспечивших благоприятные условия для переустройства общества на социалистических началах, подъема экономики и культуры всех советских республик, укреп-

ления оборонного могущества и международных позиций многонационального государства трудящихся»¹.

За 50 лет многонациональный Советский Союз превратился в могучее социалистическое государство, страну высокоразвитой промышленности и крупного сельскохозяйственного производства, страну высокой культуры, передовой науки и техники. Бурное развитие советской науки, ее во много раз возросшая роль в строительстве нового мира — одно из ярких свидетельств славных побед трудящихся СССР, одержанных под водительством Коммунистической партии.

Условия для развития науки в России до 1917 г. были невероятно трудными. Не менее трех четвертей населения страны оставалось неграмотным. Царское правительство не проявляло заботы о нуждах науки. Деятельность ученых сковывалась почти полным отсутствием материально-технической базы, многие из них были вынуждены вести научные исследования за собственный счет. До революции в России исследовательская работа, как правило, осуществлялась на кафедрах и в небольших лабораториях высших учебных заведений, главным образом университетов. Общее число научных сотрудников в вузах и научных учреждениях составляло в 1914 г. всего 11,6 тыс. человек. Крупнейший научный центр страны — Академия наук — насчитывала перед революцией всего один институт, 7 музеев, 5 лабораторий и 13 опытных станций. Их общий персонал состоял из 109 научных и 179 научно-вспомогательных работников.

¹ «Правда», 22.II.1972.

С первых лет Советской власти наука в нашей стране стала общегосударственным делом, предметом постоянной заботы партии, правительства и народа. Под руководством В. И. Ленина были разработаны научные принципы руководства народным хозяйством и наукой, основанные на государственном планировании. Знаменитый «Набросок плана научно-технических работ», составленный В. И. Лениным в апреле 1918 г., положил начало перспективному планированию развития науки. Государственный план электрификации России (ГОЭЛРО), принятый в 1920 г., явился уже детально разработанной программой технической реконструкции народного хозяйства, в осуществлении которой науке отводилась первостепенная роль.

Огромную роль в развитии советской науки и техники сыграли мероприятия Коммунистической партии и правительства по расширению подготовки кадров высококвалифицированных специалистов для всех отраслей народного хозяйства, науки и культуры. В 1914 г., в условиях царской России, было подготовлено 12 тыс. специалистов с высшим образованием и 7 тыс. со средним специальным образованием. Однако уже в годы первой пятилетки (1929—1932) среднегодовой выпуск вузов составил 42,5 тыс. человек, а техникумов — 72,8 тыс. человек. В восьмой пятилетке (1966—1970) в среднем за год советскую высшую школу кончало 523,6 тыс. специалистов, а средние специальные учебные заведения — 889,1 тыс. человек. В 1970/71 учебном году в нашей стране работало 805 высших учебных заведений с 4581 тыс.

студентов и 4223 средних специальных учебных заведений, число учащихся в которых достигло 4388 тыс. человек. Подготовка специалистов в СССР продолжает непрерывно расширяться, обеспечивая потребности развивающегося народного хозяйства, науки и культуры.

Даже в самые трудные послевоенные годы наше государство не жалело сил и средств для развития фундаментальных и прикладных научных исследований, для создания широкой сети научных институтов и подготовки научных кадров высокой квалификации. Уже в 1918 г. возникли Оптический и Физико-технический институты в Петрограде, Центральный аэрогидродинамический и Физико-химический институты в Москве, Нижегородская радиолaborатория и ряд других. В последующие два года этот список был пополнен институтами Прикладной химии и удобрений, Биохимическим, Автомоторным, Теплотехническим, Физико-математическим, Электротехническим и многими другими. Во главе этих научных учреждений становятся выдающиеся ученые — Н. С. Курнаков, Н. Е. Жуковский, Д. С. Рождественский, В. Г. Хлопин, В. И. Вернадский, А. Ф. Иоффе и др.

В 1922 г., к моменту образования Советского Союза, в нашей стране насчитывались уже сотни научных учреждений, среди которых было немало крупных исследовательских институтов и вузов. Накануне Великой Отечественной войны, в 1940 г., количество научных учреждений (вместе с вузовскими) достигло 2359, из них научно-исследовательских институтов, их филиалов и отделений было 786. В послевоенные годы арсенал науки рос еще более стремительными темпами. К концу 1970 г. число научных учреждений, включая вузы, возросло до 4985, в том числе количество научно-исследовательских институтов, их филиалов и отделений — до 2458. Их научные коллективы включали в себя 927,7 тыс. научных сотрудников, среды которых 23,6 тыс. докторов и 224,5 тыс. кандидатов наук. В настоящее время число научных работников в СССР превысило миллион человек, из которых свыше 275 тыс.

имеют ученую степень доктора или кандидата наук.

Наука в Советском Союзе развивается широким фронтом. Нет буквально ни одной перспективной, области научного и технического творчества, которая находилась бы вне поля зрения советских ученых. Широкий размах получили исследования в области фундаментальных отраслей знания — естественных и общественных наук. Современное естествознание (физика, математика, химия, биология, кибернетика, геология и другие науки), философия, история, экономические и другие гуманитарные науки во многом определяют научно-технический прогресс, играют большую роль в развитии материалистического мировоззрения трудящихся, в научном обосновании дальнейших путей развития общества. Большой вклад в прогресс народного хозяйства вносят технические и другие прикладные науки, в задачу которых входит разработка новых средств и орудий труда и новой технологии.

За годы Советской власти нашими учеными сделаны важные открытия буквально во всех областях науки и техники. Их творческими усилиями вписаны новые яркие страницы в летопись многовековой борьбы человечества за познание природы и покорение ее стихийных сил. Советская наука помогла внедрить в производство новые высокопроизводительные технологические процессы, создать мощную энергетику и атомную промышленность, проложить человечеству дорогу в космос, выявить и освоить богатства земных недр, создать тысячи неизвестных в природе веществ и материалов, вывести замечательные сорта сельскохозяйственных культур и породы животных. Советские ученые добились больших успехов в математике, физике, химии, биологии, медицине, геологии, технических науках и других областях знаний. Первое в мире социалистическое государство воспитало и выдвинуло выдающихся ученых, которые внесли огромный вклад в научно-технический прогресс человечества.

Признанным центром советской науки является Академия наук СССР. Это не только старейшее, но и крупнейшее научное учреждение страны.

В союзной Академии работает более 35 тыс. научных сотрудников¹. В состав АН СССР входит 234 научных учреждения, среди них институты, филиалы и научные базы, находящиеся в различных районах страны. В последние годы в системе Академии наук созданы крупные научные центры — Сибирский, Дальневосточный, Уральский.

В 1929 г. в Москве была организована Всесоюзная академия сельскохозяйственных наук им. В. И. Ленина (ВАСХНИЛ), осуществляющая разработку важнейших проблем сельскохозяйственного производства. В ее состав входит свыше 170 научных учреждений — институты и многочисленные опытные станции в различных районах Советского Союза. Для научной разработки проблем теории и практики медицины в 1944 г. была основана Академия медицинских наук СССР. Наиболее крупных ученых в области педагогики объединяет Академия педагогических наук СССР, созданная в 1966 г. на базе республиканской академии, существовавшей в 1943—1966 гг. АПН СССР осуществляет исследования по ведущим направлениям педагогики, психологии, возрастной физиологии и другим наукам, разрабатывающим вопросы воспитания и обучения подрастающего поколения.

Ленинская национальная политика, осуществляемая нашей партией, позволила в кратчайшие исторические сроки ликвидировать политическую, экономическую и культурную отсталость народов, угнетавшихся при царизме. Это создало необходимые предпосылки для бурного прогресса науки и культуры в бывших окраинах Российской империи. По мере роста научных кадров в союзных республиках организуются крупные научные центры — республиканские академии наук. Их плодотворная деятельность значительно ускорила процесс развития производительных сил, науки и культуры в республиках Советского Союза. В этих академиях возникли и успешно работают крупные научные институты, сложились свои научные

¹ Здесь и в других местах статьи приводятся данные на конец 1970 г. по материалам сб.: Народное хозяйство СССР в 1970 г., М., 1971.

школы. По ряду направлений республиканские академии занимают видное место не только в советской, но и в мировой науке. Заслуженной славой, например, пользуются работы украинских ученых в области кибернетики, электросварки, металлокерамики, физической химии. Далеко за пределами Советского Союза известны исследования астрофизиков Армении, работы ученых Узбекистана в области химии алкалоидов, исследования по механике, математике и физике низких температур, проводимые в Академии наук Грузии, геологические исследования ученых Казахстана, работы по нефтехимии, осуществляемые в Академии наук Азербайджана, и т. д.

Наряду с научными исследованиями, ведущимися в академических институтах, большой вклад в развитие науки и техники вносят научно-исследовательские учреждения в отдельных отраслях народного хозяйства, работающие при центральных правительственных учреждениях (Госплане СССР, Государственном комитете Совета Министров СССР по науке и технике и др.), в системе союзных и республиканских министерств и ведомств, а также в высших учебных заведениях и на крупнейших промышленных предприятиях. Эти научные учреждения разрабатывают преимущественно прикладные проблемы. Их деятельность дополняет работу академических институтов, обеспечивая развитие советской науки и техники сплошным фронтом — от фундаментальных научных исследований до решения научных и технологических задач, выдвигаемых текущей практикой народного хозяйства.

XXIV съезд КПСС подчеркнул огромную роль науки в развитии советского общества, в решительном ускорении научно-технического прогресса. «В эпоху, когда все в большей мере проявляется роль науки как непосредственной производительной силы», — говорил Л. И. Брежнев в Отчетном докладе ЦК XXIV съезду КПСС, — главным становятся уже не отдельные ее достижения, какими бы блестящими они ни были, а высокий научно-технический уровень всего производства.

Это ставит еще более ответствен-

ные задачи перед нашей наукой, требует повышения ее эффективности, дальнейшего развертывания фундаментальных исследований, концентрации сил и внимания ученых на наиболее важных и перспективных направлениях научно-технического прогресса»¹.

Окруженные вниманием и заботой партии и народа, ученые всех республик Советского Союза мобилизуют свои силы и знания, чтобы выполнить большие задачи, поставленные перед наукой решениями XXIV съезда КПСС.

Далеко от Москвы

РСФСР — крупнейшая среди пятнадцати равноправных республик Советского Союза. В ее научных учреждениях работает около 70% всех научных кадров страны. В первые послеоктябрьские годы основные научные силы Российской Федерации были сосредоточены главным образом в Москве и Ленинграде, а также в некоторых крупных городах — Томске, Нижнем Новгороде (Горьком), Саратове, Казани. В другие районы страны направлялись отдельные экспедиции, осуществлявшие геологические исследования, изучавшие животный и растительный мир. Однако уже в конце 20-х годов, когда началось планомерное развитие производительных сил и всего народного хозяйства страны на основе пятилетних планов, в различных районах РСФСР и в других союзных республиках были созданы базы, а затем филиалы Академии наук СССР, началась усиленная подготовка местных научных кадров.

Дальнейшее развитие науки потребовало создания в основных районах Российской Федерации крупных научных центров, которые в последние годы возникли в Сибири, на Урале, Дальнем Востоке, на Северном Кавказе и в других районах республики. В результате этого изменилась и «география» науки. Теперь в Москве и Ленинграде сосредоточено не более 37% научных учреждений; свыше четверти научно-исследовательских организаций республики разме-

¹ Л. И. Брежнев. Отчетный доклад ЦК КПСС XXIV съезду Коммунистической партии Советского Союза. М., 1971, стр. 68.

щено на Урале, в Сибири, на Дальнем Востоке и Северном Кавказе. Именно в этих районах в последние годы отмечается наиболее интенсивный рост числа научных учреждений и научных кадров.

Крупнейшие и старейшие научно-исследовательские учреждения Российской Федерации находятся в Москве и Ленинграде. Их деятельность нашла отражение в большом числе книг и статей¹. В настоящем обзоре нам хотелось бы более подробно рассказать о работе научных учреждений, сравнительно недавно созданных в различных районах РСФСР и в союзных республиках.

Начнем с северо-западных районов Российской Федерации. Вскоре после Октябрьской революции наши ученые начали геологические исследования на Кольском п-ве. Уже в 1926 г. экспедицией А. Е. Ферсмана были открыты богатейшие апатитовые месторождения в Хибинах, ставшие крупной базой производства фосфатных удобрений. В 1930 г. в г. Кировске была создана Горная станция АН СССР, преобразованная затем в базу, а в 1949 г. — в филиал Академии. Ученые Кольского филиала провели всесторонние исследования природных богатств полуострова, разработали технологию получения ряда чистых и сверхчистых редких металлов; в Полярно-альпийском ботаническом саду многое сделано для акклиматизации растений в тяжелых условиях Заполярья; в Полярном геофизическом институте осуществляются исследования космических лучей, физики ионосферы, земного магнетизма, полярных сияний; важные работы по изучению режима прибрежных вод, определению условий формирования фито- и зоопланктона проведены учеными Мурманского морского биологического института.

Большая научная работа проводится в Карельском филиале АН СССР, созданном в 1949 г. на основе суще-

¹ См., например, кн.: Октябрь и научный прогресс, т. I—II. М., 1967; Ленин и современная наука, т. I—II. М., 1970, а также серию больших монографий, посвященных развитию науки в СССР за 50 лет Советской власти, опубликованных Институтом истории естествознания и техники АН СССР в 1967—1968 гг.

ствовавшей здесь ранее научно-исследовательской базы. Ученые Института геологии разработали важные проблемы технологии каменного литья, геофизических методов геологической разведки, геологии и геохимии железорудных комплексов и карбонатных пород.

С 1949 г. функционирует филиал Академии наук в Коми АССР. Он играет большую роль в изучении и практическом использовании месторождений полезных ископаемых, лесных богатств, подъеме продуктивности природных кормовых угодий, в исследованиях по истории, литературе и культуре народа коми. Крупные исследования проведены сотрудниками Института геологии по организации поисковых и разведочных работ.

В наше время важнейшим экономическим районом страны стал бассейн Волги. В городах Поволжья работают десятки высших учебных заведений и научно-исследовательских институтов. Древний русский город Нижний Новгород (ныне Горький) в послеоктябрьские годы стал крупным промышленным и научным центром. Уже в 1918 г. по указанию В. И. Ленина здесь была создана Нижегородская радиолaborатория, сыгравшая огромную роль в становлении и развитии радиовещания и радиотехнической промышленности нашей страны. В Горьком работал А. А. Андронов, широко известный своими трудами в области теории колебаний и теории автоматического регулирования.

Большой вклад в развитие науки вносят ученые, ныне работающие в научно-исследовательских институтах г. Горького. Среди них назовем А. В. Гапонова-Грехова, исследования которого в области электродинамики, физики плазмы, радиоэлектроники и теоретической механики получили широкое развитие. И в нашей стране, и за рубежом хорошо известны работы Г. А. Разуваева и возглавляемой им научной школы химиков-органиков. Их работы по изучению процессов термохимического и фотохимического распада металлоорганических соединений, а также по проблемам полимеризации успешно используются в химической промышленности.

Казанский университет не случайно называют колыбелью отечественной

органической химии. Здесь работали выдающиеся русские химики Н. Н. Зинин, А. М. Бутлеров, К. К. Клаус и многие другие. Крупное народнохозяйственное значение получили работы выдающегося советского ученого А. Е. Арбузова по химии фосфорорганических соединений, которые широко применяются в сельском хозяйстве и других отраслях. Крупную роль играют работы Б. А. Арбузова и других казанских ученых в области химии терпенов и эфирных масел.

Здесь же, в Казанском университете, в 1944 г. Е. К. Завойский открыл явление электронного парамагнитного резонанса, эффективно используемое сейчас для физических, химических и биологических исследований. Ученые Казани имеют значительные успехи в области развития математических наук (геометрии, теории дифференциальных и интегральных уравнений и др.), продолжая традиции замечательной казанской математической школы, у истоков которой стоял великий русский математик Н. И. Лобачевский.

Крупным научным и вузовским центром Советского Союза стал Северный Кавказ. Здесь работает более двухсот научных учреждений. В научно-исследовательских институтах и вузах Ростова-на-Дону, Таганрога, Краснодара, Новочеркасска, Грозного, столицы автономных республик — Нальчика и Махачалы, а также других городов ведутся исследования в области физики, химии, биологии, геологических, сельскохозяйственных и гуманитарных наук. В сельском хозяйстве широко используются работы П. П. Лукьяненко, В. С. Пустовойта и других ученых, создавших высокоурожайные сорта пшеницы, подсолнечника, кукурузы и масличных культур. Крупные научные исследования по химии природных соединений, квантовой химии, рентгеноструктурному анализу, геохимии, электрофизиологии и в области других наук проводятся в крупнейшем вузе Северного Кавказа — Ростовском государственном университете. В старейшем нефтяном научно-исследовательском институте страны (г. Грозный) осуществляется широкий круг исследований по химии нефти, разрабатываются процессы получения высококачественных топлив, смазочных веществ,

катализаторов, изучаются проблемы геологии нефти, технологии бурения скважин, эксплуатации нефтяных месторождений.

Важным научным центром Дагестанской АССР стал организованный здесь в 1950 г. филиал Академии наук СССР. Ученые Дагестана многое сделали для изучения природных ресурсов республики, для развития энергетики, различных отраслей промышленности, животноводства.

К ведущим экономическим районам нашей страны относится Урал. В годы Советской власти здесь создана широкая сеть научно-исследовательских и проектных институтов, высших учебных заведений. В 1932 г. в Свердловске был организован Уральский филиал АН СССР, преобразованный в марте 1971 г. в Уральский центр Академии. Исследователи Урала имеют немалые заслуги перед наукой и производством. В Институте физики металлов, например, под руководством С. В. Вонсовского и ряда других ученых созданы новые материалы с высокими техническими свойствами и разработаны способы их получения. Внедрены в производство новые методы контроля за качеством изделий из металлов и полупроводников. Успешно разрабатываются проблемы физики твердого тела, сверхпроводимости, прочности, физики магнитных явлений.

В Институте механики и математики разрабатывается теория управления, внедряются в практику системы автоматического программирования, исследуются важные проблемы аэрогидродинамики. Научные сотрудники Института геологии и геохимии изучают закономерности возникновения и развития новых месторождений железа, меди, редких металлов, бокситов, расширяя сырьевую базу быстрорастущей промышленности Урала. В Институте металлургии изучаются вопросы комплексного использования металлургического сырья, исследуется кинетика химических реакций в доменных и сталеплавильных печах, разрабатываются методы получения редких и легирующих элементов. В Институте экологии растений и животных под руководством С. С. Шварца развиваются исследования по

эволюционной экологии, радиационной биогеоценологии, изучаются пути акклиматизации животных в условиях Крайнего Севера, решаются многие другие важные проблемы, связанные с созданием биологических основ управления жизненными процессами растений и животных.

В годы Советской власти в Сибири и на Дальнем Востоке созданы десятки крупных вузов и научно-исследовательских институтов. Им принадлежит огромная роль в подготовке высококвалифицированных специалистов для различных отраслей народного хозяйства и в развитии научных исследований. В эти же годы в Сибири и на Дальнем Востоке были созданы филиалы и базы Академии наук СССР и целая сеть отраслевых научно-исследовательских и проектно-конструкторских учреждений. Все эти организации осуществили большую работу по исследованию и освоению богатейших геологических ресурсов Сибири и Дальнего Востока, по изучению животного и растительного мира.

Крупнейшим событием в развитии науки в Сибири стала организация здесь в 1957 г. Сибирского отделения АН СССР и создание в связи с этим ряда новых научно-исследовательских институтов. В создании нового научного центра и организации его успешной работы большая роль принадлежит видным советским ученым М. А. Лаврентьеву, С. Л. Соболеву, А. А. Трофимуку, С. А. Христиановичу и другим, переехавшим сюда из центральных районов страны вместе с коллективами своих научных сотрудников. Их усилиями в районе Новосибирска создан Академический городок, где в настоящее время размещено более 20 научно-исследовательских институтов. Сибирское отделение АН СССР за 15 лет своего существования превратилось в крупнейший научный центр мирового значения.

В ряде важнейших областей механики, математики, физики, химии, геологии, горного дела исследования новосибирских ученых получили широкую известность. Фундаментальные работы по теории нелинейных волн, струйного течения жидкости, направленного взрыва и другим разделам

механики выполнены М. А. Лаврентьевым. Работы С. Л. Соболева в области математики заложили основы теории обобщенных функций и дали начало новому направлению в теории дифференциальных уравнений. Большое развитие получили методы линейного программирования и экономико-математического моделирования, разработанные в Институте математики А. В. Канторовичем и другими учеными. Успешно осуществляется изучение физики элементарных частиц Г. И. Будкером и другими сотрудниками Института ядерной физики. Учеными Института геологии и геохимии открыты богатейшие месторождения нефти, газа, металлических руд, алмазов. Крупные исследования, широко внедряемые в практику народного хозяйства, осуществлены также в области химии, биологии, теплофизики, гидродинамики, горного дела, экономических наук.

Научные учреждения Сибирского отделения АН СССР расположены не только в Новосибирске, но и в других городах Западной и Восточной Сибири, Бурятской и Якутской АССР. Крупным научным центром в наше время стал Иркутск. В его вузах, академических и отраслевых научно-исследовательских институтах ведется изучение строения земной коры и ионосферы, исследование по органической химии, математике, лимнологии и другим наукам. Находящийся здесь Сибирский энергетический институт (Л. А. Мелентьев и др.) ведет важные разработки проблем энергетической науки, в частности вопросов оптимизации энергетического баланса страны и структуры объединенных электроэнергетических систем.

В институтах Красноярска решаются проблемы большого научного и прикладного значения. Среди них назovem работы Института физики в области исследования магнитных явлений и, особенно, по созданию тонких магнитных пленок. С успехом трудятся биофизики Красноярска. Они осуществили ряд перспективных исследований в области управления биосинтеза, открывающих пути использования этих процессов в технической микробиологии и других областях науки и практики. Координирующий научный центр страны по

лесной тематике — Красноярский институт леса и древесины им. В. Н. Сукачева. Здесь разрабатываются научные основы лесоводства и комплексного использования древесины, намечаются пути повышения продуктивности лесного хозяйства.

В старейших сибирских вузах, расположенных в Томске, в научно-исследовательских учреждениях этого крупного научного центра Сибири ведутся важные работы по созданию электронных ускорителей. Еще в 1965 г. здесь сооружен и запущен один из крупнейших в СССР электронных синхротронов, разработаны теоретические основы для создания компактных ускорителей высоких и сверхвысоких энергий.

В вузах и научно-исследовательских институтах Владивостока, Хабаровска, Петропавловска-на-Камчатке и других городов решаются проблемы геологии, рыбного хозяйства и океанографии, лесопользования, вулканологии, мелиорации и многие другие. 16 научных учреждений Дальнего Востока до недавних пор входили в состав Сибирского отделения АН СССР. В 1970 г. на их базе создан Дальневосточный научный центр Академии наук СССР. Приняты меры к развитию существующих и организации новых институтов, в задачу которых входит разработка крупных научных и научно-технических проблем, определяемых природными и социально-экономическими условиями развития Дальнего Востока. Одновременно с этим в новом научном центре осуществляются фундаментальные исследования по основным проблемам современной науки.

Ученые Российской Федерации в тесном контакте с научными работниками всех братских республик вносят весомый вклад в развитие современной науки и народного хозяйства.

В дружной семье братских народов

Подлинный расцвет науки и культуры во всех союзных республиках — выдающееся завоевание советского общественного строя. В нашей стране «созданы необходимые условия для активного участия трудящихся всех национальностей в развитии нау-

ки, техники, культуры. Закономерными в духовной жизни стали расцвет, сближение и взаимообогащение культур социалистических наций и народностей»¹. Во всех республиках создана широкая сеть высших учебных заведений и техникумов, работают республиканские академии наук, трудятся многие тысячи научных работников.

До Октябрьской революции основные производственные предприятия и высшие учебные заведения располагались преимущественно в Европейской части страны, включая Украину. Украина была центром угольной промышленности, металлургии, машиностроения; до революции там насчитывалось 27 вузов и несколько небольших научных учреждений.

За годы Советской власти на Украине создана широкая сеть научно-исследовательских учреждений. Организуя центр украинской науки стала Академия наук УССР, основанная в феврале 1919 г. Академия возглавляет научно-исследовательскую деятельность в области фундаментальных наук, проводимую также в многочисленных проблемных и отраслевых лабораториях высших учебных заведений, в научно-исследовательских институтах, находящихся в системе Госплана республики, министерств и ведомств, в производственных лабораториях крупных заводов и фабрик.

До революции на территории Белоруссии не было ни одного высшего учебного заведения, ни одного научного учреждения, если не считать нескольких опытных станций с небольшим количеством штатных сотрудников. За годы Советской власти Белоруссия превратилась в цветущую республику с высокоразвитой промышленностью и крупным сельскохозяйственным производством. В 1922 г. был основан Институт белорусской культуры, сыгравший большую роль в развертывании научных исследований в области истории, археологии, изучения природы и производительных сил республики. В 1929 г. Институт

белорусской культуры был реорганизован в Академию наук БССР.

Несколько иными путями началось развитие науки в других братских республиках Советского Союза, возникших на месте бывших феодальных и полufeодальных окраин Российской империи. Вот как, например, вступили на путь современного научного и культурного прогресса народы Средней Азии. Сразу же после победы Великого Октября В. И. Ленин, Коммунистическая партия в качестве одной из важнейших поставили задачу: превратить колониальные окраины, именовавшиеся в то время Туркестаном, в высокоразвитый цветущий край, форпост социализма на Востоке. Рабочий класс и интеллигенция центральных областей России оказали народам Туркестана огромную помощь в его освободительной борьбе, в развитии народного хозяйства и культуры.

7 сентября 1920 г. В. И. Ленин подписал декрет об учреждении в Ташкенте Туркестанского государственного университета. Вся страна помогала создавать этот первый вуз Средней Азии. В Ташкент были направлены эшелоны с научным оборудованием, учебными пособиями, десятками тысяч книг. 86 профессоров и преподавателей из вузов Москвы, Петрограда и других городов прибыли в Ташкент для работы в новом университете. Наряду с педагогическим процессом, в университете сразу же началась научно-исследовательская работа.

В развитии науки в союзных республиках большую помощь оказала Академия наук СССР. Уже в первые послеоктябрьские годы академия организует многочисленные научные экспедиции в различные районы страны для изучения их природных ресурсов. Только в 1919—1928 гг. было организовано более 370 таких экспедиций. В конце 20-х — начале 30-х годов в союзных и автономных республиках стали создаваться сначала научные базы, а потом филиалы и отделения АН СССР¹, реорганизованные в 40—50-х годах в академии наук союзных республик. За последующие годы республиканские академии наук

выросли и окрепли. Они располагают полноценной материальной базой, квалифицированными научными кадрами, ведут исследования в важнейших областях теоретических и прикладных наук.

Далеко за пределами нашей страны известны фундаментальные работы по проблемам ядерной физики и физики твердого тела, осуществленные в Физико-техническом институте, Институте физики и Институте теоретической физики АН УССР, а также в вузах республики. Учеными УССР разработаны теория деформированных ядер и теория ускорителей, получены новые данные о свойствах ядер и ядерных превращениях, создан уникальный линейный ускоритель электронов с энергией 2 млрд эв. Существенный вклад в науку внесли исследования в области полупроводников, физики твердого тела, теории сплавов и структуры металлов. На Украине, впервые в нашей стране, была создана под руководством С. А. Лебедева малая электронно-счетная машина. Дальнейшие теоретические и прикладные исследования в области электронно-вычислительной техники и кибернетики, осуществленные под руководством В. М. Глушкова в Институте кибернетики АН УССР, а также в других научных учреждениях республики, позволили создать новые современные электронно-вычислительные машины и системы, организовать их серийный выпуск на заводах.

Большой вклад в ускорение научно-технического прогресса в нашей стране вносит научный коллектив Института электросварки АН УССР. Этот институт был создан в 1930 г. по инициативе Е. О. Патона — выдающегося советского ученого в области сварки металлов и мостостроения. Много лет Институт электросварки возглавляет Президент АН УССР Б. Е. Патон. Наряду с решением больших производственно-технических задач научный коллектив Института электросварки осуществляет программу исследования фундаментальных проблем науки.

Большая серия научных исследований ученых Украины посвящена созданию новых материалов, обладающих комплексом заданных механи-

¹ Постановление ЦК КПСС «О подготовке к 50-летию образования Союза Советских Социалистических Республик». «Правда», 22.II.1972.

¹ Подробнее см. А. В. Кольцов. Первые филиалы и базы Академии наук СССР. «Природа», 1972, № 10.

ческих и физических характеристик. Важные исследования в этом направлении осуществляются в Институте проблем материаловедения АН УССР, где для создания новых материалов и изделий из них используются процессы порошковой металлургии (металлокерамики). В результате разработаны способы промышленного получения ряда жаропрочных, твердых и сверхтвердых соединений, отличающихся исключительно высокими механическими качествами.

Ученые УССР разработали и применили методы интенсификации производства чугуна и стали путем использования в доменных и сталеплавильных печах природного газа и кислорода. Они осуществили важные исследования в области теории металлургических процессов, разработали новые способы агломерации руд, создали большегрузные мартеновские печи, крупные кислородно-конвертерные цехи и установки для непрерывной разливки стали. Многие сделано по технологии комплексной переработки и добычи цветных и редких металлов из полиметаллических руд и промышленных отходов, а также по автоматизации металлургических процессов. В институтах и вузах республики ведется большая работа по созданию новых методов добычи полезных ископаемых, новой горной техники.

В Институте физики Белорусской Академии наук успешно осуществляются исследования в области спектроскопии, люминесценции и квантовой электроники. Здесь ведется изучение люминесценции сложных органических молекул (Б. И. Степанов), теории упругих волн в кристаллах, исследуются свойства низкотемпературной плазмы (М. А. Ельшенин), проводятся теоретические и экспериментальные работы по квантовым генераторам, атомной и молекулярной спектроскопии, фотохимии, оптике и акустике кристаллов и другим направлениям современной физики.

В 1963 г. был создан Институт физики твердого тела и полупроводников АН БССР, ставший ведущим научным учреждением в области химических связей в твердых телах. Ученые этого института (Н. И. Сирота и др.) многое сделали по созданию

новых полупроводников и магнитных материалов с особыми свойствами.

Исследования в области ядерной физики, физики твердого тела и полупроводников интенсивно осуществляются во многих других союзных республиках¹. Широкое признание в нашей стране и за рубежом получили работы грузинских физиков (Э. Л. Андроникашвили и его школы). Ими разрабатывается проблема комплексного использования атомной энергии. Одновременно с получением электричества атомный реактор с помощью специального радиационного контура обеспечивает производство новых видов материалов. В Институте физики АН Грузинской ССР ведутся исследования по физике низких температур, космических лучей и частиц высоких энергий, явлений сверхтекучести и сверхпроводимости и многим другим проблемам.

Во всех союзных республиках широко развернута работа по изучению производительных сил и выявлению новых запасов полезных ископаемых. Геологами и геофизиками Казахской ССР, например, в содружестве с учеными других союзных республик открыты и сданы в промышленную эксплуатацию богатейшие запасы железных руд Соколовско-Сарбайского месторождения, бурого угля Убаганского бассейна, Амангельдинские залежи бокситов, уникальные нефтегазовые месторождения на Мангышлаке и др.

Почти во всех республиках ведутся работы по исследованию Вселенной. Одним из ведущих астрономических центров СССР является Бюраканская астрофизическая обсерватория Академии наук Армянской ССР, основанная в 1946 г. и возглавляемая Президентом АН Армении В. А. Амбарцумяном. Научные сотрудники обсерватории, используя уникальные инструменты, многое сделали по изучению строения Галактики, нестационарных звезд и туманностей, звездной космогонии. Ученые обсерватории открыли и исследовали новые системы молодых звезд — так называемые звездные ассоциации. В результате были получены важные сведения об эволюционном характере процес-

¹ См. в этом номере: А. И. Алиханьян. Электромагнитные взаимодействия при высоких энергиях.

сов звездообразования. В последнее десятилетие астрономы Армении все большее внимание уделяют изучению различных форм космогонической активности ядер галактик. Предполагается, что между активностью ядер галактик и активностью квазаров (квазизвездных радиосточников) существует большое сходство.

Во всех академиях наук союзных республик ведутся широкие исследования в области ботаники, зоологии, физиологии, микробиологии, генетики, молекулярной биологии, почвоведения и др. То же следует сказать и о науках химического цикла, имеющих непосредственный выход в производство. Советские химики создают новые строительные материалы, органические вещества, катализаторы, лекарства, удобрения и ядохимикаты для сельского хозяйства.

Научно-исследовательские учреждения академий наук союзных республик тесно связывают свою деятельность с развитием народного хозяйства и потребностями культуры. В связи с различными географическими условиями, особенностями в размещении природных богатств, экономическими предпосылками и другими обстоятельствами существует определенная специфика в развитии отдельных отраслей народного хозяйства. В каждой республике, как правило, доминируют определенные направления и виды производства. Эти обстоятельства учитываются в деятельности научных учреждений отдельных союзных республик.

Белорусская ССР богата запасами торфа. Только для нужд промышленности его ежегодная добыча составляет здесь более 15 млн т. Научные сотрудники Института торфа, помимо изучения ресурсов и разработки новых способов добычи торфа, работают над проблемами его химической и термической переработки, использования в сельском хозяйстве.

Ведущее место в науке Азербайджана занимают исследования, связанные с разведкой, добычей и переработкой нефти, с нефтехимическими процессами. Ученые Азербайджана в содружестве с производственниками разработали технику и технологию бурения нефтяных скважин в море, широко внедрили наклонное, турбин-

ное и электробурение, эффективные методы воздействия на нефтяные пласты. Здесь разработаны процессы получения из нефтяного газа исходных продуктов для производства искусственного каучука. Исследования азербайджанских ученых позволили повысить качество горючих и смазочных материалов, вырабатываемых из нефти, получить ценные продукты нефтесинтеза, высококачественные автомобильные и авиационные бензины. Их работы способствовали развитию производства топлива для реактивных двигателей.

За годы Советской власти в Эстонской ССР создана мощная газосланцевая промышленность. При этом сланец используется не только в качестве топлива на электростанциях, но и как ценное сырье в химической промышленности. Ученые республики проделали большую работу по теории и технологии термической обработки сланца. Разработаны методы получения из сланца дикарбоновых кислот и моющих веществ, установлена возможность использования минеральной части сланца в качестве вяжущего вещества и т. д.

В научно-исследовательских учреждениях союзных республик проводится большая работа в области повышения продуктивности сельскохозяйственного производства. Ученые Украины разрабатывают десятки важнейших проблем, связанных с дальнейшим прогрессом земледелия и животноводства. Селекционеры республики вывели и внедрили в производство новые высокоурожайные сорта пшеницы, сахарной свеклы, кукурузы, крупяных, зернобобовых, масличных, овощных и других культур. Внимание ученых Узбекистана сосредоточено на изыскании новых средств повышения урожайности сельскохозяйственных культур и продуктивности животноводства. Ученые Киргизской ССР в тесном сотрудничестве с животноводческими практиками вывели высокопродуктивные породы крупного рогатого скота и тонкорунных овец. Среди многих научных проблем, разрабатываемых учеными Туркмении, большое место отводится вопросам хозяйственного освоения территории пустынь. Комплексные исследования в этом направлении ведутся

в Институте пустынь АН ТуркмССР и в других научных учреждениях. Здесь разрабатываются вопросы формирования и развития пустынных территорий, ветровой и водной эрозии грунтов, обводнения и водоснабжения пустынь, мелиорации, геоботаники, геоморфологии и т. д.

В академиях наук всех союзных республик широко разрабатываются проблемы общественных наук — философии, социологии, истории, археологии, этнографии, экономической и правовой науки, литературы и языка, психологии и др. Изданы капитальные научные труды по истории народов СССР. Среди важнейших изданий, осуществляемых в союзных республиках, видное место занимают многотомные энциклопедии, выпуск которых является важным событием в общественно-политической и культурной жизни республик. Уже создана Украинская Советская Энциклопедия, издаются Белорусская, Молдавская, Эстонская энциклопедии, вышел в свет первый том Казахской Советской Энциклопедии, идет работа над подготовкой многотомных энциклопедий в Армении и ряде других союзных республик. Эти издания отражают исторический путь народов с глубокой древности до наших дней, широко освещают общественно-политическую и культурную жизнь республик, их братские связи с другими республиками СССР и социалистическими странами, прогресс во всех областях науки и техники.

Многие крупные научные проблемы в нашей стране решаются по единому плану, одновременно научными учреждениями и Академией наук СССР и республиканскими академиями, а также отраслевыми институтами министерств и ведомств, вузовскими и заводскими лабораториями.

Труды, издаваемые учеными союзных республик, пользуются широкой известностью. Некоторые периодические издания, выходящие в республиках, по существу являются всесоюзными журналами по соответствующей специальности. К их числу относятся такие периодические издания, как «Астрофизика» и «Кровообращение», выпускаемые в Армении; «Порошковая металлургия», «Автоматическая сварка», «Кибернетика», выходящие

на Украине; «Магнитная гидродинамика», «Механика полимеров», издаваемые в Латвийской ССР, и многие другие.

Великую дату 50-летия образования СССР советский народ встречает в обстановке трудового подъема, направленного на досрочное выполнение заданий девятого пятилетнего плана. Ученые нашей страны вместе со всем народом мобилизуют свои силы на ускорение научно-технического прогресса в СССР, на быстрее построение материально-технической базы коммунизма.

УДК 001

Рекомендуемая литература

ПОСТАНОВЛЕНИЕ ЦК КПСС «О ПОДГОТОВКЕ К 50-ЛЕТИЮ ОБРАЗОВАНИЯ СОЮЗА СОВЕТСКИХ СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ РЕСПУБЛИК». «Правда», 22.II.1972.

Е. А. Беляев. ГЕОГРАФИЯ НАУКИ В СССР: ПРОШЛОЕ И НАСТОЯЩЕЕ. «Природа», 1972, № 8.

В. И. Дуженков. НАУЧНЫЕ ЦЕНТРЫ В СССР. «Природа», 1972, № 11.

А. В. Кольцов. ПЕРВЫЕ ФИЛИАЛЫ И БАЗЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР. «Природа», 1972, № 10.

М. А. Лаврентьев, А. А. Трофимук. НАУКА В СИБИРИ. «Природа», 1970, № 1.

ЛЕНИН И СОВРЕМЕННАЯ НАУКА, т. I—II, М., 1970.

ОКТЯБРЬ И НАУЧНЫЙ ПРОГРЕСС, т. I—II, М., 1967.

А. А. Пархоменко. К ИСТОРИИ ЛЕНИНСКОГО ПЛАНА РАЗВИТИЯ НАУКИ. «Природа», 1969, № 11.

Сверхузкие спектральные линии и квантовые стандарты частоты

Академик Н. Г. Басов

Э. М. Беленов

Кандидат физико-математических наук



Николай Геннадиевич Басов, член Президиума Академии наук СССР, заместитель директора Физического института им. П. Н. Лебедева АН СССР и руководитель Лаборатории квантовой радиофизики, Герой Социалистического Труда, лауреат Ленинской и Нобелевской премий, иностранный член Германской Академии наук в Берлине, член Всемирного Совета Мира.

Николаю Геннадиевичу Басову исполнилось 50 лет. Он принадлежит к тому поколению советских ученых, путь в науку которых пролегал через фронты Великой Отечественной войны. Научная деятельность Николая Геннадиевича началась в 1950 г. в ФИАНе, в лаборатории, возглавлявшейся М. А. Леонтовичем, а позднее — А. М. Прохоровым. Плодотворное сотрудничество, связывавшее долгие годы Н. Г. Басова и А. М. Прохорова, привело к созданию новой области науки и техники — квантовой радиофизики. Огромное научное значение квантовой радиофизики состоит в том, что она проложила мост между квантовыми явлениями атомного масштаба и макроскопическими процессами. Квантовая радиофизика стала новым инструментом, позволившим изучать атомные явления и влиять на их ход. Сейчас трудно найти такую область науки, где бы квантовая радиофизика не имела применения.

В лаборатории Н. Г. Басова родились и успешно развиваются многие перспективные направления современной квантовой радиофизики: полупроводниковые лазеры и их применения в оптоэлектронике, мощные лазеры и лазерный термоядерный синтез, нелинейная лазерная спектроскопия сверхвысокого разрешения и оптические стандарты частоты, тепловые, химические лазеры и применение лазеров в химии. Эти достижения являются результатом творческой атмосферы в лаборатории, особого внимания к научной молодежи, ее росту.

Большой авторитет в мировой и отечественной науке определяет роль Николая Геннадиевича в пропаганде и популяризации научных знаний. Он редактор ряда научных журналов, ведет большую работу в обществе «Знание».

Редакция журнала «Природа» поздравляет своего главного редактора и желает ему доброго здоровья и новых успехов в неустанном труде на благо Родины, во славу советской науки.



Эдуард Михайлович Беленов, старший научный сотрудник Лаборатории квантовой радиофизики. Основные научные исследования ведет в области теории лазеров и стандартов частоты. Лауреат премии Ленинского комсомола.

Требования к измерению расстояния и времени — этих фундаментальных физических величин — непрерывно возрастают. Можно утверждать, что степень точности, с которой могут быть измерены временные и пространственные промежутки, отражает уровень развития физической науки.

Сравнительно недавно эталоном метра служил стержень из платино-иридиевого сплава. Эталон времени — секунда — был связан с суточным вращением Земли или годичным обращением Земли по орбите вокруг Солнца. Воспроизводимость секунды и метра были относительно низки. Метр, например, воспроизводился с точностью $\sim 10^{-7}$; приблизительно с такой же относительной точностью могла быть воспроизведена и секунда. Подобная воспроизводимость уже далеко не отвечала требованиям современной науки и техники. Необходимы были поиски иных эталонов, которые могли бы с существенно более высокой точностью определять единицу длины и времени.

Принятые сейчас международные эталоны длины и времени связаны со спектральным излучением атомов. С 1 января 1971 г. на новую систему всемирного координированного времени перешли Советский Союз и ряд крупнейших стран мира (США, Франция, Италия, Япония, ФРГ). Прежняя единица времени — астрономическая секунда — оставлена, и секунда определена как промежуток времени, за который происходит 919 263 770 колебаний излучения при переходах между энергетическими уровнями сверхтонкой структуры атома цезия-133.

Эталоном длины служит длина волны одной из спектральных линий определенного изотопа криптона. Один

метр равен 1 650 763,73 длин волн криптона-86. С подобной точностью метр может быть воспроизведен в любой лаборатории мира.

Преимущества нового метода определения метра и секунды связаны с тем, что длина волны λ и частота ν излучения при атомных или молекулярных переходах всегда постоянны; являясь конкретной характеристикой данного атома или молекулы, они не подвержены (в отличие от макроскопических эталонов) накапливающимся изменениям («старению»). Воспроизводимость метра и секунды с помощью новых эталонов определяется лишь шириной спектральной линии атомных переходов цезия и криптона.

Ширина спектральных линий

Известно, что при переходе с одного энергетического уровня на другой атом излучает электромагнитные волны с частотой

$$\nu = (E_m - E_n)/h$$

и длиной волны $\lambda = c/\nu$, где E_m и E_n — энергии начального и конечного состояний атома, h — постоянная Планка, c — скорость света. Согласно выражениям для ν и λ , атом может излучать фотоны строго определенной частоты и длины волны. Подобное утверждение означало бы, что спектр излучения атома состоит из бесконечно узких спектральных линий. Однако эксперимент показывает, что спектральная линия всегда имеет конечную ширину $\Delta\nu$. Это следствие того, что энергия начального E_m и конечного E_n состояний всегда «размыта», поэтому излучение атома не монохроматично, а содержит целый спектр $\Delta\nu$ частот или $\Delta\lambda$ длин волн. Ширина $\Delta\nu$ ($\Delta\lambda$) спектральной линии и ее форма зависят от ряда факторов, «размывающих» энергетические уровни, а также от смещения частоты при тепловом движении атомов или молекул. Поэтому частота или длина волны могут быть найдены лишь с конечной точностью, определяемой степенью $\Delta\nu/\nu$ и $\Delta\lambda/\lambda$ монохроматичности спектра.

Очевидно, идеальный квантовый стандарт должен иметь бесконечно

узкую спектральную линию; таким образом, прогресс в точности измерения пространственных и временных промежутков связан с поиском таких методов и систем, которые позволяли бы получать возможно более узкие спектральные линии.

Принципиально новые и существенно более точные методы измерения времени и расстояний связаны с созданием в 1954 г. квантовых стандартов частоты.

Отличительная черта квантовых стандартов состоит в том, что в качестве эталонов времени и длины они используют частоту ν и длину волны λ при индуцированных атомных и молекулярных переходах.

Чрезвычайно высокая монохроматичность спектра (следствие индуцированного излучения) сделала возможной настройку частоты излучения квантового стандарта на центр спектральной линии с точностью до $(0,001 \div 0,0001) \Delta\nu/\nu$.

Ширина спектральной линии определяется целым рядом факторов, в том числе эффектом Доплера и соударениями между излучающими частицами. Для получения очень узкой спектральной линии используются либо молекулярные или атомные пучки, либо сильно разреженные газы. Пучок атомов или молекул — это узконаправленный сильно разреженный поток частиц, в котором практически не происходит соударений между молекулами, благодаря чему устраняется ударное уширение спектральной линии.

Стандарты частоты микроволнового диапазона, которые исторически предшествовали стандартам оптического диапазона, основаны на применении атомных или молекулярных пучков. В оптическом диапазоне обычно используются разреженные газы.

Метод Рамзея получения узких спектральных линий

Простейший стандарт микроволнового диапазона состоит из атомного пучка и резонатора — полости, в которой происходит взаимодействие атомов с электромагнитным полем. Форму поля удается подобрать так,

что при использовании узконаправленного атомного пучка устраняется уширение линии из-за эффекта Доплера. Поэтому ширина спектральной линии в такой системе определяется лишь временем пролета молекул через резонатор: конечное время τ взаимодействия атомов с полем обуславливает ширину линии $\Delta\nu$. Между этими величинами существует соотношение: $\Delta\nu = 1/\tau$.

Казалось бы, можно увеличить τ , а значит, уменьшить $\Delta\nu$ и повысить стабильность стандарта частоты с помощью увеличения длины резонатора. Практическая реализация этой цели, однако, встречает серьезные трудности. Это связано с влиянием на ширину и форму спектральной линии ряда эффектов (особенно ярко проявляющихся в резонаторе большого размера), например степени однородности магнитного поля на всей длине резонатора. Для увеличения времени взаимодействия и устранения нежелательных эффектов Н. Рамзей (США) предложил использовать систему из двух коротких пространственно разнесенных резонаторов (рис. 1). Оказывается, находящийся между резонаторами атом «помнит» о своем взаимодействии с полем и та-

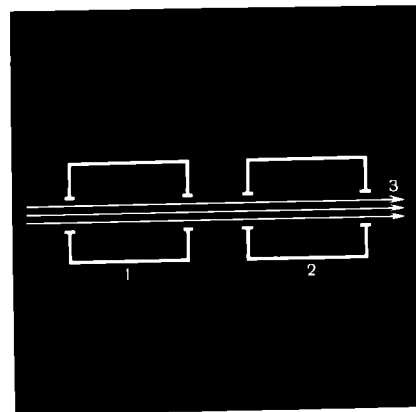


Рис. 1. Система из двух коротких пространственно разнесенных резонаторов: 1 и 2 — резонаторы; 3 — молекулярный или атомный пучок.

ким образом переносит информацию о поле из одного резонатора в другой. Следовательно, атом эффективно взаимодействует с полем все время T полного пролета через оба ре-

зонатора. Форма спектральной линии становится более сложной, чем при взаимодействии атома с однородным полем (рис. 2): на центре линии появляется узкий пик (который, собственно, и служит репером частоты), определяющийся временем T взаимодействия с полем; широкий пьедестал линии определяется временем пролета t через один из резонаторов системы.

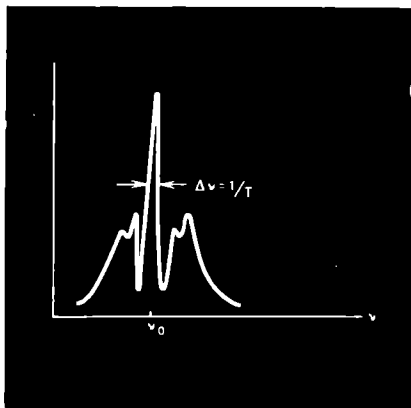


Рис. 2. Форма спектральной линии, получаемой в системе из двух коротких пространственно разнесенных резонаторов. ν_0 — центральная частота резонансной линии; T — время пролета через оба резонатора.

Метод двух разнесенных резонаторов используется в так называемом цезиевом стандарте частоты. Особенность цезиевого стандарта состоит в том, что в нем узкий пик резонатора детектируется не по максимуму излучаемой или поглощаемой атомами мощности электромагнитного излучения в резонаторе, а путем подсчета числа атомов, перешедших из одного квантового состояния в другой. Этот метод оказывается очень эффективным: он позволяет «чувствовать» отклонения от резонанса менее чем на 10^{-4} от ширины линии. Именно поэтому точность цезиевого стандарта частоты долгое время оставалась рекордной и в настоящее время составляет величину $10^{-12} \div 3 \cdot 10^{-13}$.

Следует отметить, что цезиевый стандарт частоты представляет собой так называемый пассивный тип стандарта: по узкой спектральной линии атомов стабилизируется частота до-

полнительного генератора. Основные элементы стандарта — узкий резонансный пик и стабилизируемое по частоте электромагнитное излучение — получаются с помощью различных устройств. Однако их можно объединить в одном устройстве, если создать стандарт на основе квантового генератора — мазера.

Мазеры

Как уже отмечалось, исторически квантовые генераторы микроволнового диапазона (мазеры) предшествовали генераторам оптического диапазона длин волн. В лазере генерация электромагнитных колебаний осуществляется за счет индуцированного (или вынужденного) излучения атомов или молекул; частота генерации сама служит репером частоты. В настоящее время существуют мазеры на атомах водорода, молекулах аммиака, воды, синильной кислоты, формальдегида и т. д. Из перечисленных генераторов наибольшую известность получили водородный и аммиачный. Принцип их действия хорошо известен.

На рис. 3 приведена принципиальная схема генератора микроволнового диапазона. Источник (1) формирует молекулярный пучок. В соответствии с распределением Больцмана, число молекул в пучке на нижнем энер-

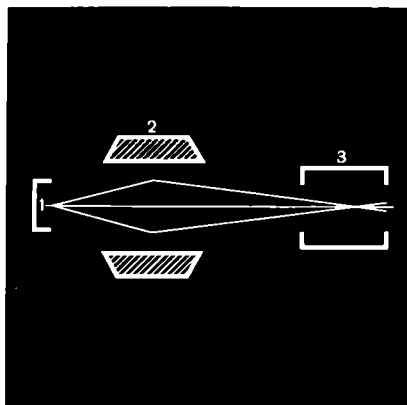


Рис. 3. Принципиальная схема генератора микроволнового диапазона: 1 — источник молекулярного пучка; 2 — сортирующая система; 3 — резонатор генератора.

гетическом уровне превышает их число на верхнем. Проходя через сортирующую систему (2), пучок «очищается» от молекул, находящихся на нижнем энергетическом уровне, и попадает далее в резонатор (3) генератора. Пучок с «инвертированным» распределением молекул по энергетическим уровням возбуждает в резонаторе монохроматическое электромагнитное поле определенной частоты.

Для молекулярного генератора ширина линии $\Delta\nu$ определяется также временем пролета t молекулы через резонатор генератора. Учитывая, что $\Delta\nu = \Delta E/h$, получаем для ширины спектральной линии выражение $\Delta\nu \approx 1/t$. Для аммиачного мазера, например, $\Delta\nu \approx 10^4$ гц. (На рис. 4 диапазон частот $\Delta\nu$ выделен кривой 2.)

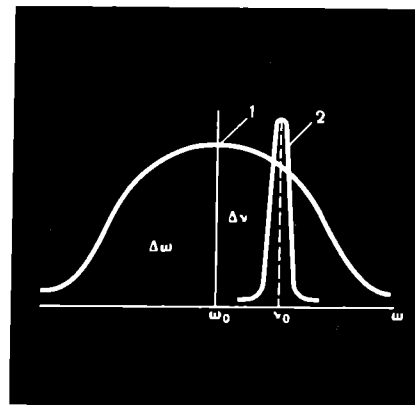


Рис. 4. Спектральные линии, характерные для микроволнового диапазона: 1 — резонансная кривая резонатора; 2 — контур спектральной линии усиления. В типичном случае спектральная линия усиления уже резонансной кривой резонатора в 10^4 – 10^5 раз. ω_0 — собственная частота резонатора, ν_0 — центральная частота спектральной линии.

Колебания поля в резонаторе, в свою очередь, могут быть возбуждены также в определенном диапазоне частот $\Delta\omega$, заключенном резонансной кривой 1 резонатора. Соотношение между ширинами этих двух контуров для микроволнового диапазона таково, что $\Delta\nu \ll \Delta\omega$; в типичном случае спектральная линия усиления уже резонансной кривой резонатора в 10^4 –

$\div 10^5$ раз. Генерация мазера, естественно, возможна лишь в частоте ν , принадлежащей одновременно обоим контурам, т. е. не на частоте резонатора, а на частоте молекулярного перехода. Более точно, частота генерации ν всегда немного сдвинута от частоты перехода ν_0 к центральной частоте резонатора ω_0 :

$$\nu_0 - \nu = \frac{\Delta\nu}{\Delta\omega} (\nu_0 - \omega_0).$$

Подобный режим, когда сдвиг $\nu_0 - \nu \neq 0$, очевидно, энергетически более выгоден. Этот сдвиг, однако, в силу соотношения $\Delta\nu/\Delta\omega \ll 1$ очень незначителен и при уменьшении ширины спектральной линии стремится к нулю.

Таким образом, генерируемая мазером частота практически совпадает с центральной частотой ν_0 молекулярного перехода. Отличие ν от ν_0 связано с отклонением центра линии от частоты ω_0 резонатора; это приводит к тому, что частота мазера воспроизводит частоту перехода с конечной степенью точности $\langle \delta\nu \rangle = \langle |\nu - \nu_0| \rangle$. Наиболее точно частота ν_0 воспроизводится водородным мазером; среднее отклонение ν от ν_0 составляет около 0,0045 гц. Таким образом, относительная погрешность $\langle \delta\nu \rangle/\nu_0$ в воспроизведении частоты $\nu_0 = 1420405751, 7860$ гц (соответствует длине волны водорода $\lambda = 21$ см) не превосходит величины $3 \cdot 10^{-12}$.

Сужение спектральных линий при пространственной локализации атомов

Сделать большим время пребывания атомов водорода в резонаторе удалось — как и в методе двух резонаторов — нетривиальным способом «увеличения» его размеров. Метод увеличения времени жизни атомов в резонаторе, используемый в водородном мазере, основан на применении накопительной колбы и предложен также Н. Рамзеем. Эта накопительная колба «прозрачна» для электромагнитного поля (рис. 5). Расстояние

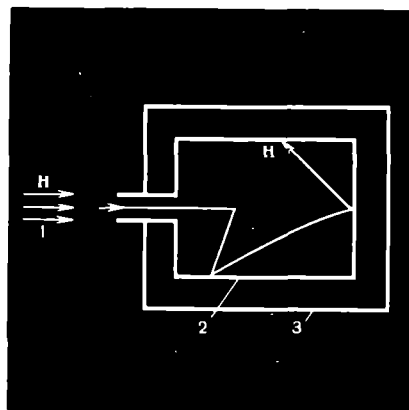


Рис. 5. Резонатор и накопительная колба водородного мазера, «прозрачная» для электромагнитного поля микроволновой частоты: 1 — пучок атомов водорода H ; 2 — накопительная колба; 3 — резонатор мазера.

между ее стенками меньше длины генерируемой лазером волны. Попадающие из пучка в колбу атомы покидают ее, испытав много тысяч столкновений с ее стенками. Время взаимодействия атомов с полем увеличивается до нескольких секунд (напомним, что в аммиачном генераторе $\tau \sim 10^{-4}$ сек), что и обуславливает чрезвычайную узость спектральной линии. К сожалению, при этом центр спектральной линии не остается стабильным: взаимодействие атомов водорода со стенками колбы, свойства которых меняются со временем, приводит к медленному дрейфу частоты мазера. Однако эту трудность путем тщательного подбора материала для покрытия колбы удается преодолеть. Улучшаясь, в настоящее время водородный мазер и цезиевая атомная трубка с равнозначным успехом используются для создания стандартов частоты сравнимой точности $\sim 3 \cdot 10^{-13}$.

Особенности оптического диапазона частот

В настоящее время высокостабильные источники частоты оптического диапазона (т. е. перекрывающие диапазон от 10^{14} до 10^{15} гц) так или

иначе связаны с оптическими квантовыми генераторами — лазерами. Какие же преимущества сулят оптические стандарты по сравнению со стандартами микроволнового диапазона?

Во-первых, более высокая относительная стабильность частоты. Во-вторых, возможность создания высокостабильных источников длины, что практически невозможно в микроволновом диапазоне. В-третьих, высокая несущая частота. Последнее обстоятельство позволяет значительно сократить время измерения с заданной степенью точности. И, наоборот, точность измерения за конечный промежуток времени, поскольку она пропорциональна частоте, существенно возрастает. При измерении временного интервала Δt с помощью двух сигналов разной частоты (рис. 6) не-

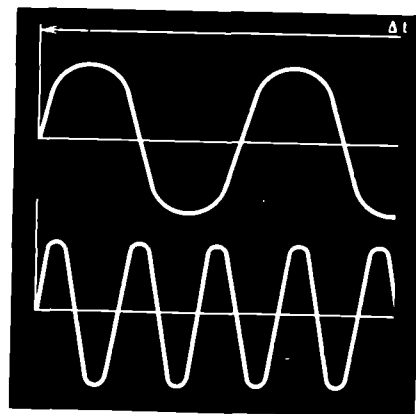


Рис. 6. Измерение временного интервала Δt с помощью двух сигналов разной частоты. Видно, что для повышения точности измерения отрезка времени выгодно использовать сигналы с большей частотой.

определенность в подсчете числа уложившихся на интервале периодов одинакова; относительная точность измерения Δt во втором случае, т. е. в случае большей частоты, несомненно, выше.

Например, если какое-либо измерение с заданной точностью требует в оптическом диапазоне ($\nu \sim 10^{14}$ гц) время ~ 1 сек., то на частоте водородного мазера для этого необходи-

мо время порядка суток. То же самое, очевидно, относится и к измерению пространственных интервалов: чем меньше длина волны, тем с большей точностью возможно измерение расстояний.

По сравнению с микроволновым диапазоном оптический диапазон имеет характерные особенности, не связанные с простым различием частот. Наиболее существенное обстоятельство заключается в том, что спектральная ширина линии атомов или молекул значительно (на несколько порядков) превышает ширину резонансных кривых оптических резонаторов (рис. 7) — положение, прямо противоположное микроволновому диапазону.

Генерация лазера возникает, очевидно, не на центральной частоте перехода ν_0 , а на частоте резонатора ω_0 (см. рис. 7). Последняя же заведомо нестабильна из-за изменения, например, расстояния между зеркалами лазера. Поэтому для создания стандарта оптического диапазона необходимо частоту резонатора привязывать к центру линии усиления (линии излучения вещества). Известно, что электронные методы позволяют настраиваться на центр линии с точностью до $10^{-3} \div 10^{-4}$ от ее ширины. Типичное значение ширины доплеровской линии D оптических переходов $\sim 10^9$ гц; таким образом, относительная стабильность частоты лазера при частоте генерации $\nu \cong 10^{14}$ гц составит величину $10^{-4}D/\nu \sim 10^{-8}$. Эта цифра на несколько порядков ниже, чем величина 10^{-12} , характеризующая микроволновый диапазон.

Если предположить, что с помощью каких-либо более эффективных методов можно частоту генерации точно привязать к центру линии усиления, это все равно не означало бы, что создан высокостабильный источник частоты. Указанное обстоятельство связано с тем фактом, что сама центральная частота атомного или молекулярного перехода нестабильна. Действительно, газовые лазеры работают при давлениях в несколько миллиметров ртутного столба. При таких давлениях существенный вклад в нестабильность центра спектральной линии вносит эффект так назы-

ваемого ударного сдвига линии, связанный со столкновениями частиц между собой. Согласно оценкам, для поддержания стабильности центральной частоты перехода с относительной точностью $\sim 10^{-11}$ необходимо сохранять давление газа в несколько миллиметров ртутного столба с точностью до 10^{-4} , что уже само по себе представляет практически трудную задачу.

Таким образом, перечисленные обстоятельства, а также ряд неупомянутых здесь моментов приводили к тому, что первые стандарты частоты оптического диапазона имели сравнительно низкую ($\sim 10^{-8}$) стабильность частоты.

В настоящее время положение существенно изменилось. Стабильность стандартов оптического диапазона возросла до величин $\sim 10^{-13}$. Более того, оценивая перспективы развития газовых лазеров, можно уже в ближайшем будущем ожидать повышения стабильности частоты до относительных величин $\sim 10^{-15}$. (Интересно в связи с этим отметить опыты Паунда и Ребка по проверке с помощью эффекта Мёссбауэра гравитационного смещения частоты: относительная ширина линии перехода железа-57, используемого ими для опыта, составляла величину $\sim 5 \cdot 10^{-13}$.)

Какие же обстоятельства могли привести к столь резкому увеличению стабильности частоты оптических стандартов? Во-первых, удалось получить узкие спектральные линии в оптическом диапазоне. Во-вторых, были созданы условия, при которых центральная частота атомного или молекулярного перехода оставалась стабильной.

Узкие спектральные линии в оптическом диапазоне частот

Выделение узких спектральных линий началось с открытием в 1962—1963 гг. американскими учеными В. Р. Лэмбом и В. Е. Беннетом эффекта спектрального выгорания доплеровской линии излучения в поле

лазера. Спектральная линия излучения — в оптическом диапазоне она уширяется в результате эффекта Доплера — представляет сумму смещенных по частотам однородных линий, принадлежащих отдельным атомам. Физика подобного строения доплеровской линии заключается в следующем. Каждый атом излучает в определенном диапазоне частот (контуры однородных линий — кривые 1 на рис. 7). При движении атома форма контура однородной линии не меняется, однако его центральная частота ν_0 , согласно эффекту Доплера, смещается на величину $\nu_0 v/c$, где v и c — скорость атома и скорость света. Сумма всех этих смещенных по частотам (соответствующих различным скоростям атомов) однородных контуров и представляет собой контур доплеровской линии (кривая 2 на рис. 7).

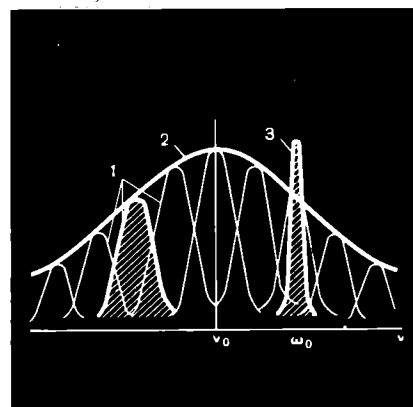


Рис. 7. Схема выделения узких спектральных линий: 1 — контуры однородных линий (жирным выделен контур линии одного из атомов); 2 — контур доплеровской линии; 3 — резонансная кривая резонатора; ν_0 — центральная частота доплеровской линии, ω_0 — частота резонатора.

В слабых по напряженности лазерных полях, действующих на атомы или молекулы газа, структура доплеровской линии не может проявиться. При изменении частоты интенсивность света, прошедшего через уси-

ливающую или поглощающую среду, просто повторяет форму доплеровской линии. Иное положение наблюдается в сильных световых полях, когда становятся заметными нелинейные эффекты взаимодействия света со средой. При интенсивностях лазерного света, достаточных для изменения населенностей уровней ато-

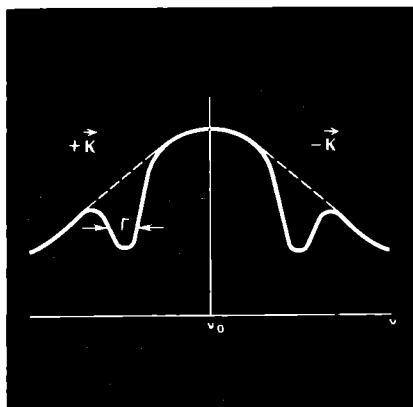


Рис. 8. Спектральное выгорание двух участков доплеровской линии под действием двух противоположно направленных бегущих волн, характеризуемых векторами $\pm K$. Полуширина линии выгорания — Γ .

мов или молекул, в контуре доплеровской линии «выжигается» кривая с шириной, равной однородной ширине Γ этой линии (рис. 8). Атомы, принадлежащие доплеровскому контуру, но лежащие вне указанного интервала Γ , вообще не «чувствуют» присутствия поля. Рис. 8 демонстрирует подобное «выжигание» доплеровской линии для двух противоположно распространяющихся волн. Бегущая в одну сторону волна выжигает одну дырку; волна, распространяющаяся в противоположном направлении, — другую дырку, симметричную первой. В обычном лазере осуществляется именно подобный двух-волновый режим. Ширина провалов в доплеровской линии, как говорилось, совпадает с однородной шириной Γ , расстояние же между провалами может быть различным в зависимости от разности между частотой

света ν и центральной частотой ν_0 линии. При частоте ν генерации, стремящейся к центральной частоте линии, дырки сближаются и при совпадении частот сливаются. Указанное обстоятельство связано с тем, что если у двух бегущих навстречу волн расстройка $\Delta \neq 0$ (здесь $\Delta = |\nu - \nu_0|$), то, согласно эффекту Доплера, волны резонансно взаимодействуют с двумя группами атомов, имеющих скорости $\pm v$, где $v = c\Delta/\nu_0$. И лишь при $\Delta = 0$ с обеими волнами взаимодействуют одни и те же атомы.

Мощность излучения лазера пропорциональна числу молекул, взаимодействующих с обеими волнами, т. е. пропорциональна площади провалов. Таким образом, при частоте генерации ν , совпадающей с центральной частотой ν_0 доплеровской линии,

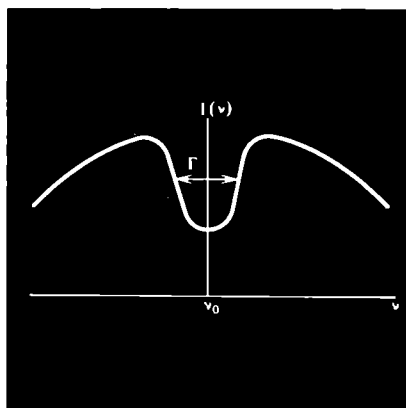


Рис. 9. Зависимость выходной мощности I от частоты генерации ν . Площадь слившихся провалов в центре меньше суммарной площади двух провалов на рис. 8. Поглощение на участке шириной Γ — наименьшее.

мощность лазера падает и, наоборот, при отходе частоты ν от центра линии мощность возрастает. Это — специфика доплеровской линии. Зависимость выходной мощности лазера от частоты генерации приведена на рис. 9. В центре линии выходная мощность испытывает провал с шириной, равной однородной ширине Γ . При стабилизации частоты лазера, та-

ким образом, представляется возможным привязывать частоту генерации к частоте перехода не по доплеровской ширине D (как это было в первых оптических стандартах), а по однородной ширине Γ . Точность привязки частоты генерации к центральной частоте линии при этом возрастает в отношении Γ/D . Отношение Γ/D составляет обычно величину порядка $10^{-2} \div 10^{-3}$; вследствие этого частота лазера может быть привязана к частоте перехода с относительной точностью $\sim 10^{-10} \div 10^{-11}$. Подобная привязка, однако, не означает, что создан стандарт частоты со стабильностью $10^{-10} \div 10^{-11}$, поскольку, как говорилось, из-за эффекта ударного сдвига сам центр линии нестабилен. Естественное исключение ударного сдвига линии состоит в применении сред с низким давлением газа, когда столкновения молекул между собой, практически исключены.

Исключение ударного сдвига спектральной линии

Практическое решение проблемы исключения ударного сдвига линии было найдено в методе нелинейно-поглощающей ячейки (В. С. Летохов, В. Н. Лисицын, В. П. Чеботаев — СССР; П. Н. Ли, М. Л. Школьник — США). Идея метода заключается в следующем. Внутри резонатора лазера вместе с усиливающей средой помещается ячейка с поглощающим газом низкого давления (рис. 10). Если при сканировании частоты лазера на центре линии усиления наблюдается минимум выходной мощности, то аналогичный эффект приведет к максимуму мощности на центре линии погло-

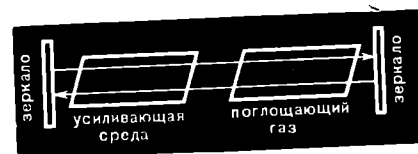


Рис. 10. Принципиальная схема нелинейного лазера с поглощающей ячейкой.

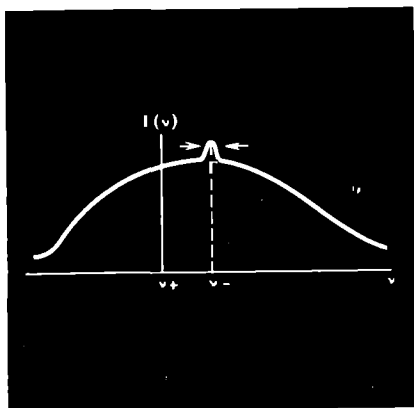


Рис. 11. Зависимость интенсивности излучения I от частоты ν для лазера с поглощающей ячейкой: ν_+ , ν_- — центральные частоты усиливающей и поглощающей сред. Можно выделить узкий резонанс шириной Γ .

щения (рис. 11). Таким образом, пик выходной мощности фиксирует центральную частоту поглощающего газа. Благодаря низкому давлению ($\sim 10^{-3}$ мм рт. ст.) эта частота стабильна.

Причины, по которым давление поглощающего газа можно сделать низким, следующие. В поглощающем газе в отличие от усиливающего, нет необходимости создавать инверсию населенностей уровней. Поглощение света может быть вызвано возбуждением молекул из основного состояния, и поэтому, даже при низких давлениях газа, оно сравнительно высоко. Стабилизация частоты лазера в методе нелинейно-поглощающей ячейки осуществляется по пику мощности на центре линии поглощения.

В качестве примера укажем параметры стандарта с гелий-неоновой усиливающей и метановой поглощающей ячейками (длина волны $\lambda = 3,39$ мкм) с рекордной к настоящему времени стабильностью частоты. Ширина резонанса мощности на центре линии метана $\Gamma \sim 600$ кГц, относительная стабильность частоты $\sim 10^{-13}$. Дальнейший прогресс в развитии оптических стандартов частоты связан с получением более узких и более контрастных линий, фиксирующих частоту атомных или молекулярных переходов.

Сверхузкие спектральные линии в оптическом диапазоне

Остановимся на вопросе, представляющем принципиальный интерес: возможно ли на центре доплеровской линии выделить спектральные структуры более узкие, чем однородная ширина линии? На первый взгляд ответ должен быть отрицательным. Действительно, в силу самого «строения» доплеровской линии в ней не заложено более узких спектральных структур, чем однородная ширина линии.

Тем не менее оказывается, что выделение сверхузких линий, шириной на несколько порядков уже однородной ширины, возможно. Метод выделения связан с конкуренцией типов колебаний лазера. Принципиаль-

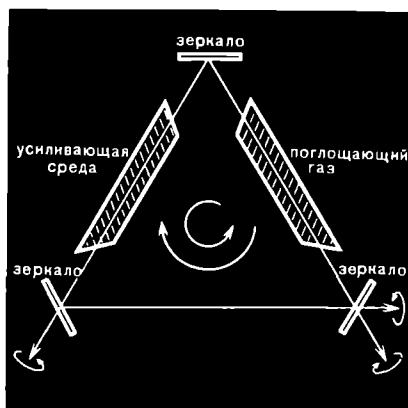


Рис. 12. Принципиальная схема кольцевого лазера с поглощающей ячейкой. В отличие от линейного лазера на рис. 10, в котором обязательно существуют две встречные волны, в кольцевом лазере могут существовать как одна бегущая волна любого направления, так и две встречные волны. За счет конкуренции в распределении энергии между этими двумя типами режимов генерации лазера и возникают сверхузкие спектральные линии.

но ширина линий, фиксирующих частоту атомного или молекулярного перехода, как показано в Лаборатории квантовой радиофизики ФИАН, может быть сделана сколь угодно

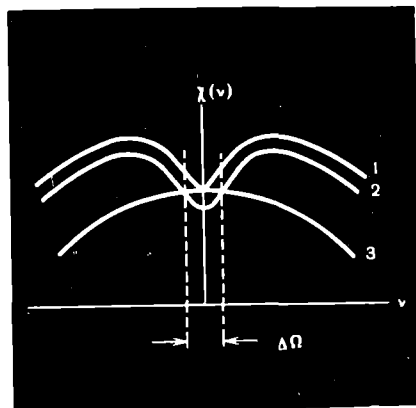


Рис. 13. Зависимость коэффициента поглощения χ от частоты генерации для различных режимов работы кольцевого лазера с поглощающей ячейкой. Реализуется тот режим, для которого коэффициент поглощения меньше: 1 — двухволновый режим без учета эффектов пространственного выгорания; 2 — двухволновый режим с учетом пространственных эффектов; 3 — одноволновый режим, при котором коэффициент поглощения просто повторяет доплеровский контур линии. На узком участке $\Delta\Omega$ в конкурентной борьбе побеждает двухволновый режим. Таким способом можно в принципе выделить сколь угодно тонкую линию.

малой. Ниже мы остановимся на методе выделения, основанном на конкуренции эффектов пространственного и спектрального «выгорания» газовых сред в поле оптического генератора. Конкуренция эффектов пространственного и спектрального «выгорания» может проявиться в лазерах с кольцевым резонатором (рис. 12), когда возможны одно- и двухволновые режимы генерации.

Для определенности рассмотрим проявление конкуренции одно- и двухволнового режима в поглощающем газе. Как говорилось выше, в двухволновом режиме эффект спектрального «выгорания» доплеровской линии приводит к зависимости коэффициента поглощения $\chi(\nu)$ от частоты генерации с характерным провалом в центре линии. В одноволновом режиме коэффициент поглощения, очевидно, будет просто повторять контур доплеровской линии (рис. 13). На

центре линии коэффициенты поглощения в указанных режимах генерации совпадают, поскольку при этом поглощающей оказывается одна и та же группа атомов.

Учтем теперь влияние пространственных эффектов. В двухволновом режиме интенсивность поля пространственно промодулирована с периодом, равным половине длины волны излучения. Действительно, две бегущие навстречу волны можно всегда представить в виде одной волны стоячей. Интенсивность такой волны равна 0 в узлах и максимальна в пучностях (рис. 14). В то же время интен-

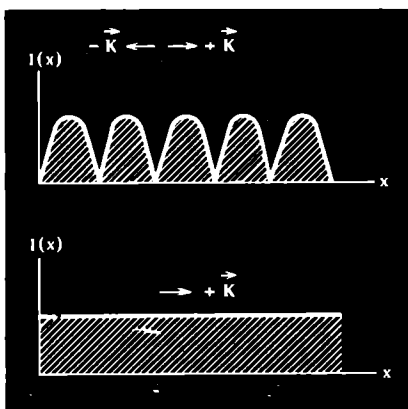


Рис. 14. Пространственное распределение интенсивности поля в двухволновом (вверху) и одноволновом (внизу) режимах генерации. В первом случае образуется стоячая волна с узлами и пучностями, а во втором интенсивность волны по всей длине резонатора не меняется.

сивность одной бегущей волны пространственно немодулирована. Очевидно, стоячая волна испытывает меньшее поглощение, так как атомы, находящиеся в узлах поля, не поглощают энергии. Различие в коэффициентах поглощения невелико, поскольку движение атомов «сглаживает» эффект пространственной модуляции.

Итак, учет пространственных эффектов приводит к увеличению коэффициента поглощения для одноволнового режима генерации. Это иллюстрируется на рис. 13 кривой 3: меж-

ду ее пересечениями с кривой 1 появляется область частот $\Delta\Omega$, в которой двухволновой режим энергетически более выгоден. Естественно считать, что экспериментально реализующиеся режимы генерации — режимы энергетически наиболее выгодные. В этом случае при частоте генерации, близкой к центральной частоте линии поглощения, в двухволновом режиме излучения энергия генерации кольцевого лазера делится поровну между обеими волнами. Вне интервала $\Delta\Omega$ двухволновой режим сменяется одноволновым: вся энергия отдается одной волне.

Таким образом, когда частота лазера совпадает с центром доплеровской линии, интенсивность одной из волн падает, интенсивность другой возрастает. Возникают контрастные резонансы в интенсивности бегущих волн в спектральном интервале $\Delta\Omega$ (рис. 15). Эффективная ширина резонансов, выделяющих центр линии, согласно расчетам, равна $\Delta\Omega \sim \Gamma \cdot \Gamma/D$, т. е. ширина резонансов уже естественной ширины Γ в отношении естественной ширины к доплеровской.

При $\Gamma/D \sim 10^{-4}$, что характерно для метастабильных переходов, центр

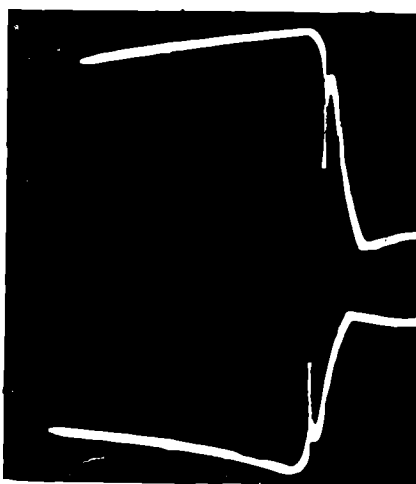


Рис. 15. Осциллограмма интенсивности бегущих волн гелий-неонового лазера с поглощающей метановой ячейкой в зависимости от частоты генерации. Видно, что у обеих волн на определенной частоте (на центральной частоте метана) возникают высоконтрастные пики мощности.

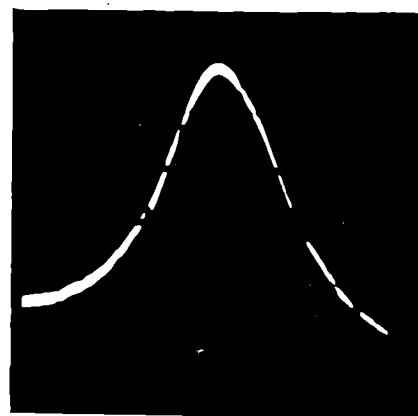
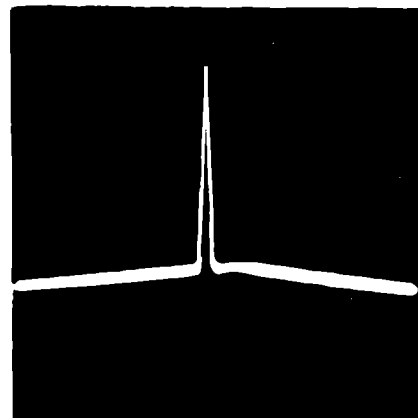


Рис. 16. Осциллограмма резонанса мощности бегущих волн кольцевого лазера (вверху) и однородная ширина линии метана (внизу). Ширина пика мощности в излучении кольцевого лазера значительно уже однородной ширины линии.

доплеровской линии выделяется контуром с шириной ~ 100 гц. Даже при малой точности (10^{-2} от ширины) настройка частоты генерации на частоту атомного перехода в оптическом диапазоне может быть осуществлена с точностью до 1 гц.

На рис. 16 приведены характерные резонансы в интенсивности бегущих волн на центре линии поглощения метана в гелий-неоновом кольцевом лазере. На этом же рисунке демонстрируется также и однородная ширина линии метана. Резонансы интенсивности в кольцевом лазере, связанные с изменением режимов генерации, оказываются значительно уже однородной ширины линии.

Таким образом, эффект конкуренции бегущих волн приводит к возникновению высококонтрастных резонансов мощности на центральной частоте перехода поглощающего газа с шириной значительно более узкой, чем однородная ширина линии. Метод получения сверхузких резонансов, основанный на эффекте конкуренции типов колебаний лазера, может быть положен в основу создания оптического стандарта частоты с относительной стабильностью, превосходящей величину 10^{-16} . Уже созданный в Лаборатории квантовой радиофизики ФИАН стандарт частоты имеет относительную стабильность, приближающуюся к величине $\sim 10^{-14}$.

Интересно отметить, что ширина резонансов интенсивности лазера, дающаяся выражением $\Delta\Omega = \Gamma \cdot \Gamma/D$, не исчерпывает все возможности метода. Принципиально величина $\Delta\Omega$ может быть сделана как угодно малой в результате влияния на ширину резонансов не только поглощающей, но и усиливающей среды.

Разумеется, метод получения сверхузких резонансов, основанный на конкуренции типов колебаний кольцевого лазера, — не единственный. Подобные эффекты должны проявлять себя и в тех случаях, когда возможна конкуренция между типами колебаний линейного лазера. Нет принципиальных различий, например, между кольцевым лазером, в котором взаимодействуют две бегущие волны, и лазером с резонатором Фабри — Перо, в котором взаимодействуют две стоячие волны. В частности, в Лаборатории квантовой радиофизики ФИАН совместно с Московским инженерно-физическим институтом создан стандарт частоты, основанный на конкуренции стоячих волн линейного лазера со стабильностью $\sim 10^{-13}$. Нужно отметить, что в обычных лабораторных условиях цифра 10^{-13} трудно достижима при использовании иных методов стабилизации частоты.

Что могут дать новые стандарты частоты

Выделение узких резонансов мощности лазеров, фиксирующих центральные частоты атомных или моле-

кулярных переходов, и применение их для стабилизации частоты открывают пути для создания стандарта оптической частоты, стабильность которого приближается к величине 10^{-17} — пределу, обусловленному квантовыми и тепловыми флуктуациями. Можно с уверенностью говорить, что уже в ближайшее время будут созданы стандарты частоты со стабильностью 10^{-16} , что уже достаточно для широкого применения лазеров в фундаментальных физических исследованиях. В частности, используя метод выделения сверхузких оптических линий, можно разрешать близкие спектральные линии, расстояние между которыми составляет сотые и тысячные доли от однородной ширины.

Область физических и технических приложений стандартов квантовой радиофизики чрезвычайно широка. Они применяются в космических аппаратах и в геодезии. Большая точность измерения частоты позволяет с успехом использовать их в спектроскопии сверхвысокоразрешающей силы.

С помощью квантовых стандартов частоты по линиям молекул NH_3 , OH и др., излучение которых обнаружено в космосе, возможно прецизионное измерение скоростей движения межгалактического газа в различных областях Вселенной. Недавно в Национальном бюро стандартов (США) была измерена скорость света с точностью до девяти значащих цифр ($c = 299792460$ м/сек). Стоит на очереди определение с еще значительно более высокой точностью (на несколько порядков) этой фундаментальной физической константы.

Отметим принципиальную возможность более точного, чем с помощью эффекта Мёссбауэра, измерения гравитационного смещения частоты.

Обсуждающиеся сейчас эффекты, связанные со строением Вселенной, — такие, например, как изменение со временем мировых констант¹ (заряда и массы электрона, постоянной Планка, гравитационной постоянной и т. п.) — могут быть также проверены с помощью квантовых часов.

УДК 529.786.

Рекомендуемая литература

Н. Г. Басов, А. М. Прохоров. УФН, т. 7, 1955, стр. 485.

Н. Г. Басов. НОБЕЛЕВСКАЯ ЛЕКЦИЯ. УФН, т. 85, 1965, стр. 985.

И. Таунс. УФН, т. 88, 1966.

Н. Г. Басов, В. С. Летохов. УФН, т. 96, 1968.

А. Н. Ораевский. МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ГЕНЕРАТОРЫ. М., 1964.

W. R. Bennett. «J. Phys. Rev.», v. 126, 1962, p. 580.

W. E. Lamb. «J. Phys. Rev.», v. 134A, 1964, p. 429.

Н. Г. Басов, Э. М. Беленов, М. В. Данилейко, В. В. Никитин. ЖЭТФ, т. 57, 1969, вып. 12, стр. 1491.

КВАНТОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА. (Отраслевая энциклопедия). М., «Советская энциклопедия», 1969.

В. В. Григорьянц, М. Е. Жаботинский, В. Ф. Золин. КВАНТОВЫЕ СТАНДАРТЫ ЧАСТОТЫ. М., 1968.

¹ См. Я. М. Крамарѣвский, В. П. Чечев. Постоянны ли физические постоянные? «Природа», 1972, № 5.

Электромагнитные взаимодействия при высоких энергиях

Академик АН Армянской ССР А. И. Алиханьян



Артём Исаакович Алиханьян, член-корреспондент АН СССР, основатель и директор Ереванского физического института Госкомитета по использованию атомной энергии СССР. Из ранних работ важны открытие внутренней конверсии γ -лучей и исследования β -распада. В исследованиях космических лучей наиболее интересны открытие в их составе потока протонов высоких энергий и получение первых указаний на возможность существования частиц с массами, промежуточными между массой μ -мезона и протона. В последние годы основные достижения связаны с сооружением кольцевого электронного ускорителя на 6 Гэв и разработкой принципиально новых методов обнаружения и идентификации частиц самых высоких энергий. Лауреат Ленинской и Государственных премий.

Советская Армения по праву может гордиться своим вкладом в советскую науку: всемирно известная Бюраканская обсерватория, о работах которой мы уже публиковали ряд статей, и уникальный электронный ускоритель Ереванского физического института Госкомитета по использованию атомной энергии СССР — зримые достижения республики к 50-летию юбилею Советского Союза.

Если раньше основные сведения об элементарных частицах и их взаимодействиях физики черпали из экспериментов на протонных ускорителях, то за последние десятилетия электронные ускорители заняли довольно солидное, если не сказать доминирующее место. Это связано с тем, что электромагнитные взаимодействия при высоких энергиях оказываются чрезвычайно важным источником информации о природе элементарных частиц и атомных ядер.

Серьезные исследования электромагнитных взаимодействий при высоких энергиях стали возможны только после сооружения крупных электронных кольцевых и линейных ускорителей. Одно время казалось, что кольцевые электронные ускорители на самые высокие энергии практически невозможно осуществить из-за больших потерь на синхротронное излучение. Однако наука шла вперед, и в мире сейчас действует несколько крупных кольцевых ускорителей на энергию 4—10 Гэв.

Ереванский электронный кольцевой ускоритель

В Ереванском физическом институте Государственного комитета по использованию атомной энергии СССР

сооружен ускоритель¹ на 6 млрд эв. Ереванский ускоритель электронов представляет собой сложный инженерный комплекс, состоящий более чем из 30 зданий и сооружений. Циркулирующий ток в ускорителе достиг 24 ма, что превышает проектную величину; предельная энергия — 6,1 млрд эв. На ускорителе получают электронные, синхротронные и γ -пучки, схема разводки которых приведена на рис. 1.

Синхротронное излучение с точно известным спектральным распределением позволяет калибровать спектральную аппаратуру от глубоко ультрафиолетовой части спектра до мягкой рентгеновской² (рис. 2). Надо сказать, что синхротронное излучение в широком диапазоне частот превосходит по плотности энергии все другие источники рентгеновского и ультрафиолетового излучения. По сплошному спектру оно дает интенсивность в заданном угле на три порядка выше, чем другие источники. Понятно поэтому, насколько широки перспективы использования синхротронного

¹ См. А. И. Алиханьян. Электронный ускоритель АРУС на 6 миллиардов электронвольт. «Природа», 1968, № 11.

² См. С. П. Капица. Магнитно-тормозное излучение — новый инструмент исследований. «Природа», 1971, № 10.

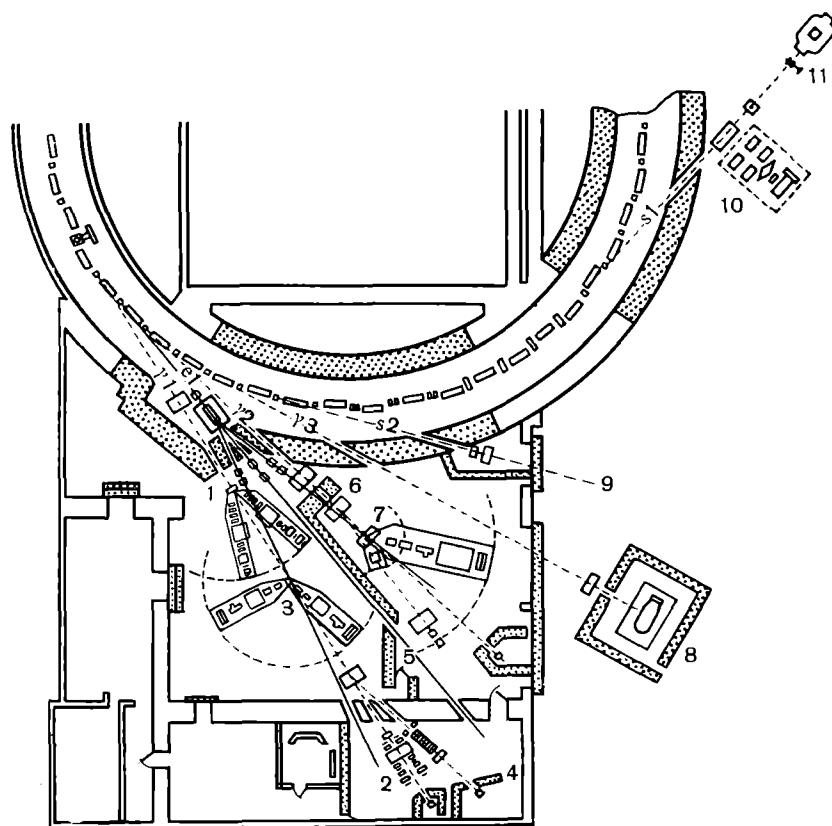


Рис. 1. Схема разводки внешних пучков Ереванского ускорителя электронов: $\gamma 1, \gamma 2, \gamma 3$ — пучки γ -излучения; $e1$ — пучок электронов; $s1, s2$ — пучки синхротронного излучения. На пути пучка $\gamma 1$: 1 — фоторождение $\pi^\pm$ -мезонов, 2 — фоторождение $\rho^\pm$ -мезонов; на пути пучка $e1$: 3 — эксперименты по электророждению, 4 — переходное и ондуляторное излучения; на пути пучка $\gamma 2$: 5 — переходное излучение частиц, 6 — парный спектрометр, 7 — большой спектрометр; на пути пучка $\gamma 3$: 8 — рождение частиц и анализ их параметров в пузырьковой камере в магнитном поле; 9 — биофизический пучок $s2$; на пути пучка $s1$: 10 — исследование динамики пучка, 11 — калибровка астрофизической аппаратуры.

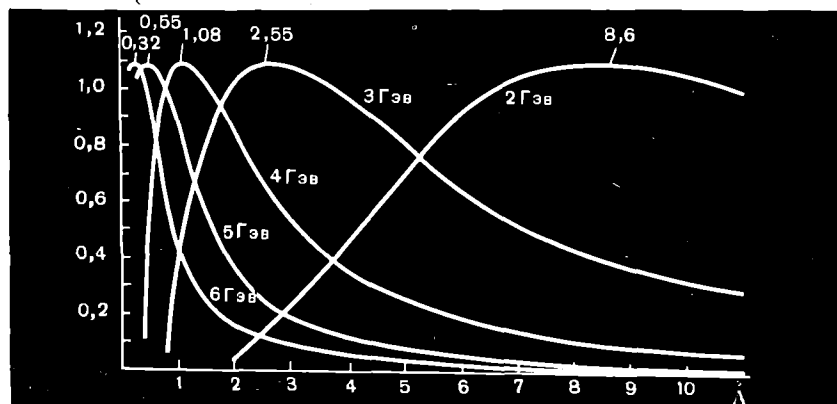


Рис. 2. Спектры синхротронного излучения для различных максимальных энергий электронов. Над кривыми указаны длины волн максимумов спектров. По оси ординат отложена $I(\lambda)$ — энергия на данную длину волны.

излучения в биофизике, в физике твердого тела, в спектральном анализе твердого тела и других областях.

Несколько характеристик пучков

γ -пучок содержит примерно $1,5 \cdot 10^{11}$ эквивалентных фотонов в секунду при свободной коллимации и в 10 раз меньше — при жесткой коллимации. При циркулирующем токе 10 ма и предельной энергии ускоренных электронов 6 ГэВ число фотонов в синхротронном пучке в максимуме спектра, отвечающего длине волны 0,33 А, составляет $2,5 \cdot 10^7$ фотонов / сек · А. При 2000 А — $7,3 \cdot 10^{13}$ фотонов / сек · А.

Осуществлен растянутый во времени вывод γ -пучка за 3,5 мсек, т. е. за время, превышающее длительность импульса сгустка электронов: это необходимо для проведения экспериментов с помощью электроники. Наряду с этим создан поляризованный квазимонохроматический пучок фотонов, основанный на явлении так называемого когерентного тормозного излучения на кристалле алмаза толщиной всего в 100 мкм. Благодаря некоторым особенностям Ереванского ускорителя, магнитная структура которого отличается от других электронных ускорителей мира, оказалось возможным создать рекордный поляризованный квазимонохроматический пучок (рис. 3). Четко выделяется пик при энергии около 1,3 ГэВ. В нашем случае при поляризации, достигающей 90%, ток и пик интенсивности превосходят те же величины квазимонохроматического пучка на ускорителе DESY (ФРГ).

О некоторых результатах исследований на Ереванском синхротроне

В среднем пучок Ереванского ускорителя используется 500 час. в месяц. Ряд усовершенствований заметно улучшил его основные характеристики.

Последние полтора-два года интенсивные исследования фоторождения мезонов на различных ядрах проводились лабораторией Г. А. Вартапетя-

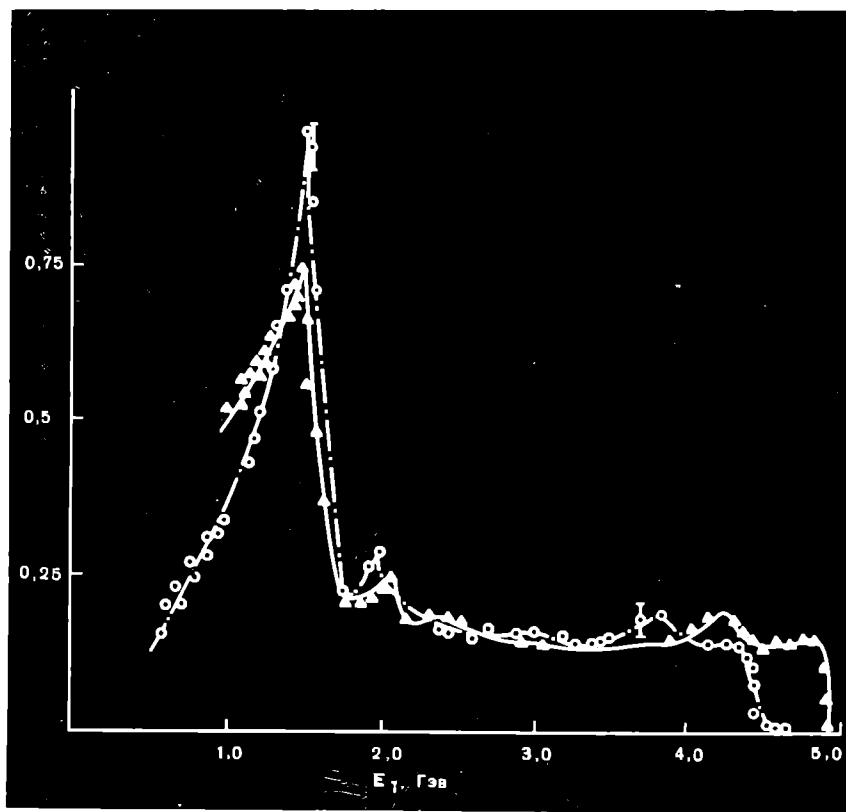


Рис. 3. Спектр квазимонохроматического поляризованного пучка γ -квантов, полученный на Ереванском ускорителе при торможении электронов на кристалле алмаза толщиной 100 мкм (кружки на пунктирной линии). Для сравнения приведены данные по ускорителю DESY (треугольники на сплошной линии). E_γ — энергия γ -квантов. По вертикальной оси отложена величина, пропорциональная числу фотонов.

на. Целью их, с одной стороны, было изучение параметров распределения протонов и нейтронов в ядрах, а с другой — использование ядерных мишеней с известными параметрами для изучения взаимодействия короткоживущих мезонов с нуклонами. Например, такие частицы, как η^0 , время жизни которых $\tau \sim 10^{-15}$ сек., невозможно исследовать в свободном виде, так как за это время они успевают пролететь путь лишь $\sim 3 \cdot 10^{-4}$ см, и в таких случаях сведения о взаимодействии столь нестабильных частиц с нуклонами можно получить, изучая их фоторождения на ядерных мишенях. Такие исследования были выполнены на большом магнитном спектрометре, позволяющем регистрировать и анализировать как заряженные продукты реакции, так и про-

дукты распада нейтральных нестабильных частиц.

На этой установке уже осуществлен эксперимент по фоторождению одиночных $\pi^\pm$ -мезонов при энергиях 2—3 Гэв на различных ядрах: H, Be, C, Al, Cu, Ag, Pb. Поскольку π^+ -мезоны могут образоваться фотонами только на протонах ядра, а π^- — только на нейтронах, исследование фоторождения $\pi^\pm$ -мезонов позволяет оценить параметры распределения нейтронов и протонов в ядре и уточнить характер взаимодействия фотона с ядерной материей.

Результаты групп Г. А. Вартапетяна и Стенфордского ускорителя показали, что число протонов ядра, участвующих в рождении π -мезонов, не зависит от энергии в области от 2 до 16 Гэв. Полученные эксперимен-

тально отношения выходов мезонов при энергии $E = 2,95$ Гэв и квадрате передаваемого импульса $|t| = 0,58$ (Гэв/с)² показаны на рис. 4. Анализ этих данных приводит к заключению, что протоны в ядрах занимают несколько больший объем, чем нейтроны.

Та же группа Г. А. Вартапетяна исследовала фоторождение η^0 -мезона на различных ядрах — Be, C, Al, Pb. Эта работа завершается, и в настоящее время накоплен богатый экспериментальный материал, который обеспечит надежность результатов. Будет также проведено исследование фоторождения η^0 -мезонов с использованием поляризованных γ -квантов.

Таким образом, ряд экспериментов по фоторождению элементарных частиц проведен на различных атомных ядрах. Это сочетание физики элементарных частиц с ядерной физикой высоких энергий не случайно, и интерес к нему в последние годы непрерывно растет.

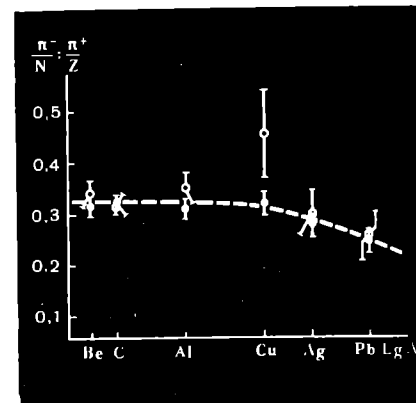


Рис. 4. Зависимость от массового числа A отношения выхода π^- -мезонов (от общего числа нейтронов N) к выходу π^+ -мезонов (от общего числа протонов). Белые кружки — результаты, полученные на Стенфордском ускорителе при максимальной энергии γ -квантов 16 Гэв и квадрате передаваемого импульса $|t|$ в 0,15 (Гэв/с)². Белые точки — результаты Ереванского ускорителя при 2,95 Гэв и 0,58 (Гэв/с)², соответственно. На горизонтальной оси приведены химические элементы.

Фотоделение ядер γ -квантами с энергией $0,1 \div 5$ Гэв

В последние годы стала явственно проступать тенденция использования больших ускорителей в ядерной физике. К этому направлению относится и работа по делению под действием фотонов ядер ^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{209}Bi , ^{197}Au , ^{181}Ta , выполненная на Ереванском ускорителе группой Г. А. Вартапетяна совместно с учеными Харьковского физико-технического института (группа П. В. Сорокина) и Ереванского госуниверситета. Сечения фотоделения ядер исследовались в области энергий падающих фотонов от 100 Мэв до 5 Гэв. Результаты показали существование широкого несимметричного резонанса с полушириной ~ 1 Гэв и максимумом вблизи 300 Мэв в кривой вероятности деления ядер ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th . Во всей области энергий фотонов от 100 Мэв до 5 Гэв делимость 1 ядер ^{235}U , ^{238}U , ^{232}Th не зависела от энергии и равнялась соответственно 1,00; 0,84 и 0,62. Для ядер ^{209}Bi , ^{197}Au и ^{181}Ta предварительные результаты показали, что энергетическая зависимость делимости этих ядер растет от 100 Мэв до 5 Гэв. Эти результаты уточняются на основании новых данных по исследованию распределения осколков деления.

Упругое рассеяние электронов на протонах

Упругое рассеяние электронов высоких энергий на протоне и других ядрах, как известно, изучается давно, и полученные экспериментальные результаты позволяют судить о распределении заряда внутри протона и величине электромагнитного радиуса.

Однако для получения надежных оценок радиуса протона необходимо производить эксперимент при возможно меньших передаваемых импульсах (т. е. при ничтожно малых углах рассеяния), чтобы прощупать

наиболее периферийные области протона.

Объединенная группа ученых нашего института (руководитель Г. В. Бадалян), Лаборатория ядерных проблем ОИЯИ (руководители Л. И. Лапидус, Ю. М. Казаринов) и Института атомной физики в Бухаресте на внутреннем пучке электронов Ереванского ускорителя исследовала упругое ер-рассеяние, т. е. рассеяние электронов на протонах.

В эксперименте регистрировались протоны отдачи. Регистрация протонов вместо рассеянных электронов имела то преимущество, что величина поправки на излучение уменьшается (в условиях данной работы она составляла 0,7%). Значение радиуса протона, определенное с 12-процентной точностью, оказалось равным $(0,76 \pm 0,09) \cdot 10^{-13}$ см.

Фоторождение векторных мезонов

Открытие векторных мезонов (ρ^0 , ω^0 , ϕ^0) и их тесного родства с γ -квантами установило глубокую внутреннюю связь электромагнитных и сильных взаимодействий. Нейтральные векторные мезоны по своим квантовым числам не отличаются от фотонов и могут виртуально переходить в состояние «фотон» и обратно. В отличие от фотонов, векторные мезоны обладают конечной массой покоя (например, масса ρ^0 -мезона равна 760 Мэв), в связи с чем векторные мезоны называют иногда «тяжелым светом». Поскольку векторные мезоны обладают способностью к сильным взаимодействиям с ядерным веществом, фотон высокой энергии, в свою очередь, можно окрестить «ядерным светом». Векторные мезоны играют выдающуюся роль в электромагнитных взаимодействиях адронов, поэтому детальное исследование их природы представляет фундаментальное значение.

В то время как фоторождение ρ^0 -мезонов изучено сравнительно хорошо, сведения о фоторождении заряженных $\rho^\pm$ -мезонов очень скудны. Отчасти это связано с тем, что заряженные $\rho^\pm$ -мезоны распадаются на одну заряженную ($\pi^\pm$) и одну нейтральную (π^0) частицу, которая непо-

средственно не регистрируется — приходится регистрировать γ -кванты от ее распада.

Фоторождение заряженных $\rho^\pm$ -мезонов исследуется в Ереванском физическом институте (группа В. М. Харитонова) на установке, в которой заряженный пион распада $\rho^\pm$ -мезона фиксируется магнитным спектрометром с широкозональными искровыми камерами, а нейтральный пион регистрируется лишь по одному фотону распада. Подробный анализ работы установки методом Монте-Карло 1 показал, что если отбирать события, в которых суммарная энергия заряженного пиона и одного фотона отличается от максимальной энергии первичных фотонов не более чем на $\sim 30\%$, то события, соответствующие фоторождению заряженных $\rho^\pm$ -мезонов, очень хорошо отделяются от фона мешающих реакций. При этом неточность в определении массы отдельного $\rho^\pm$ -мезона составляет всего $10 - 12\%$.

На опыте получено распределение по эффективным массам ρ^- -мезонов, рожденных γ -квантами на углеродной мишени, для 130 случаев. С учетом экспериментального разрешения установки масса M и ширина Γ резонанса, связанного с ρ^- -мезоном, определены как $M_{\rho^-} = 758 \pm 34$ Мэв; $\Gamma_{\rho^-} = 132 \pm 16$ Мэв, что хорошо совпадает с общепринятыми значениями и вселяет уверенность в правильности работы установки и в правильности нашей интерпретации экспериментальных данных.

Электронный пучок из протонного ускорителя

Эксперименты, выполненные в Стенфорде и на ускорителе DESY, непосредственно показали, что фотон проявляет адронные свойства. Сходство фотона с адронами хорошо заметно в экспериментах по измерению зависимости полного сечения 2

1 Вероятность деления ядра по отношению ко всем процессам, возможным при поглощении γ -квантов.

1 Метод Монте-Карло — метод случайно выпадающих чисел.

2 Полное сечение взаимодействия — величина, выражающая вероятность взаимодействия в единицах площади — барнах ($1 \text{ барн} = 10^{-24} \text{ см}^2$).

фоторождения адронов от атомного номера мишени. Известно, что сечение взаимодействия адронов с ядром зависит от атомного числа A ($A^{0.67}$).

Сечение фоторождения адронов должно быть пропорционально A ($A^{1.0}$), если фотон «чистый», т. е. не обладает адронными свойствами. Эксперименты, выполненные в Стенфорде до энергии 18 Гэв, показали, что зависимость сечения фоторождения адронов от атомного числа имеет вид: $\sigma \sim A^{0.9}$. Этот результат свидетельствует, что часть времени фотон ведет себя как адрон.

Согласно теоретическим представлениям, чем больше энергия фотона, тем сильнее он должен проявлять адронные свойства. Для проверки этого вывода нужен интенсивный пучок высокоэнергичных фотонов. Энергия фотона зависит от энергии тормозящихся электронов. Но самый мощный Стенфордский ускоритель дает электроны с энергией не больше 21 Гэв.

Как же получить электроны с еще более высокой энергией? Возникла идея использовать для этого протонные ускорители, самые большие из которых дают пучок протонов с энергией 76 Гэв (Серпухов) и 200 Гэв (Батavia, США).

На рис. 5 приведена схема получения такого пучка на Серпуховском протонном ускорителе, предложенная группой физиков из Ереванского физического института. Это предложение было реализовано объединенными усилиями групп из ЕрФИ, ИФВЭ и ФИАН.

γ -кванты от распада π^0 -мезонов падают на свинцовый конвертор К, расположенный внутри кольца ускорителя недалеко от равновесной орбиты таким образом, чтобы не задеть основной протонный пучок. Образованные в конверторе электроны отклоняются в поле кольцевого магнита и попадают в тракт, рассчитанный для π^- -мезонов определенной энергии. Далее пучок электронов с определенной импульсом используется для получения «меченых» фотонов¹.

¹ «Мечеными» называются фотоны с точно определенной энергией, равной разности начальной и остаточной энергии электрона, родившего этот фотон.

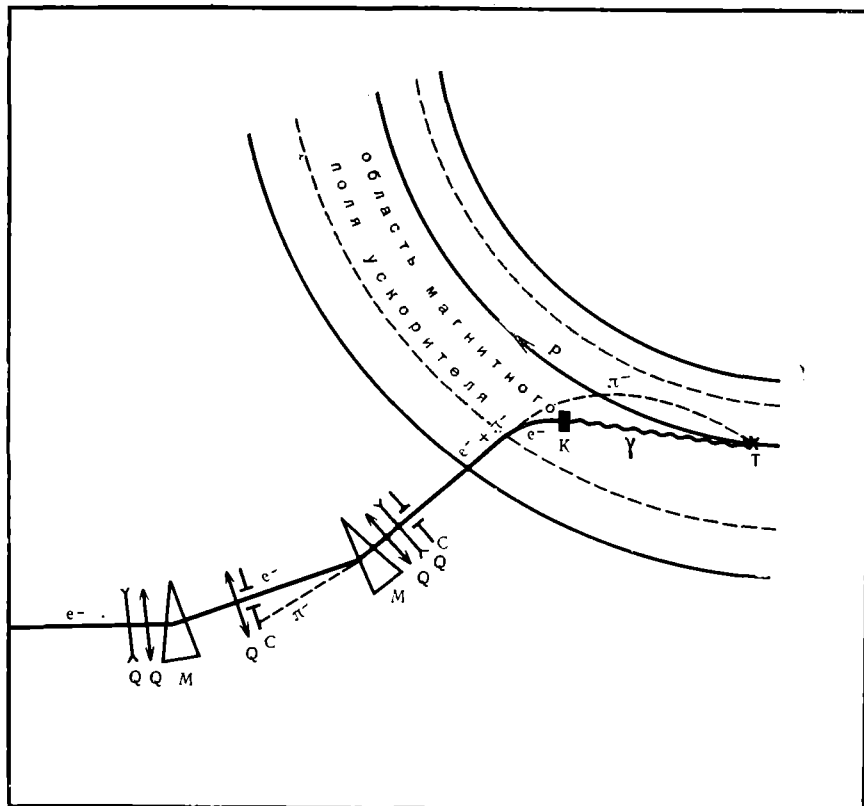


Рис. 5. Схема генерации и формирования чистого пучка электронов с энергией 35 Гэв на Серпуховском протонном ускорителе. Пучок протонов P порождает в мишени T значительное количество π^- -мезонов. π^- -мезоны распадаются на γ -кванты. γ -кванты, попадающие на свинцовый конвертор K , образуют электроны, которые отклоняются в поле кольцевого магнита на тракт, рассчитанный для π^- -мезонов. Далее система отклоняющих магнитов M выделяет чистый пучок электронов. C — коллиматоры, Q — квадрупольные линзы.

Такая двойная конверсия (фотон — электрон — меченый фотон) позволяет, во-первых, избавиться от большого фона нейтронов, измерить энергию фотона с помощью системы «мечения» и, наконец, исключить вторичные и третичные фотоны, возникающие в электронном канале и генетически связанные с электронным пучком.

Объединенными усилиями групп ЕрФИ, ИФВЭ и ФИАН был получен чистый пучок электронов (примесь других частиц около 1%) с энергией 31 Гэв и интенсивностью $2,0 \cdot 10^8$ электронов/цикл при числе протонов 10^{12} в цикле.

Существует возможность дальнейшей оптимизации условий вывода электронного пучка и увеличения интенсивности электронного пучка в 2—

3 раза. Такая интенсивность совпадает с теоретическими расчетами группы ЕрФИ, проведенными при проектировании эксперимента.

Получение высокоэнергичного электронного пучка с высокой чистотой на Серпуховском протонном ускорителе впервые на опыте показало, что протонные ускорители могут применяться для исследования ряда важных задач по физике электромагнитных взаимодействий адронов. Это открывает новые возможности для постановки ряда экспериментов по электромагнитным взаимодействиям, что очень важно с точки зрения проверки многих теоретических предсказаний. Намечается совместными усилиями ЕрФИ, ИФВЭ и ФИАН в 1972—1973 гг. провести исследования процессов фоторождения

ρ^0 -мезонов в интервале энергии $18 \div 30$ ГэВ, а также попытаться изменить сечение неупругого рассеяния электронов с энергией 35 ГэВ на нуклонах. Эти эксперименты, а также эксперимент по измерению полного сечения фоторождения адронов планируются и на ускорителе в Батавии.

На Ереванском электронном ускорителе развиваются экспериментальные работы по физике нейтральных К-мезонов, представляющих одну из самых привлекательных и важных проблем в исследованиях природы элементарных частиц и фундаментальных законов.

В самом ближайшем будущем предстоит исследование фоторождения короткоживущих K_s^0 -мезонов методами электроники. Оригинальные идеи, заложенные в основу этой работы М. П. Лорикьяном, должны привести к быстрому сбору информации по фоторождению K_s^0 -мезонов и, по-видимому, дадут возможность осуществить экспериментальные исследования и по рождению K_s^0 -мезонов электронами.

Использование синхротронного излучения для калибровки астрофизической аппаратуры

На Ереванском ускорителе электронов под руководством Г. А. Гюрзая была произведена калибровка телескопа «Орион», предназначенного для внеатмосферного фотографирования звезд. Объединенными усилиями филиала Бюраканской обсерватории и ЕрФИ был рассчитан и осуществлен вывод синхротронного луча в помещение с аппаратурой «Ориона».

Вследствии эта аппаратура была установлена на орбитальной станции «Салют» и впервые были сфотографированы вне атмосферы Земли звезды α Лиры и β Центавра в диапазоне 2000—3000 Å.

Внеатмосферные спектрограммы Солнца в диапазоне 500—1800 Å вы-

полнены с помощью хромосферного спектрометра, также откалиброванного на нашем ускорителе.

Исследование переходного излучения

Известно, что при равномерном и прямолинейном движении частицы в какой-либо среде со скоростью, превышающей скорость распространения света в той же среде, она создает электромагнитное излучение. Это известный эффект Вавилова — Черенкова, который нашел огромное применение в физике частиц высоких энергий для идентификации частиц.

Значительно менее известен другой случай испускания излучения равномерно движущейся частицей — когда она пересекает границу раздела двух сред с различными оптическими константами.

Как известно, существование переходного излучения было теоретически предсказано в работе В. Л. Гинзбурга и И. М. Франка еще в 1946 г., причем ими было показано, что такое излучение должно возникать в видимой области света. Переходное излучение особенно привлекло внимание физиков после того, как Г. М. Гарибян в ЕрФИ впервые теоретически рассмотрел вопрос о возможности излучения жестких фотонов с энергиями > 1 кэВ, т. е. в заоптической области. Переходное излучение в рентгеновском диапазоне частот, действительно, было обнаружено экспериментально и тщательно исследовалось в ЕрФИ, при этом было показано, что интенсивность переходного излучения линейно растет с энергией. В отличие от видимого света, полное рентгеновское переходное излучение не только чувствительно к изменению энергии релятивистской частицы, но и обладает малой величиной зоны формирования излучения в вакууме. Это позволяет на малой длине устанавливать значительно большее число границ раздела сред, чем в случае видимого света, и тем самым получать большее число квантов переходного излучения.

Г. М. Гарибян показал, что максимальное значение энергии фотонов рентгеновского переходного излуче-

ния может быть оценено формулой:

$$h\nu = \frac{E}{Mc^2} h \sqrt{\frac{e^2 n}{\pi m}},$$

где e и m — заряд и масса электрона, n — плотность электронов, E — энергия и M — масса частицы. Интервал между слоями должен быть ~ 160 мкм, т. е. больше зоны формирования, а минимальная толщина слоя ~ 15 мкм. Слоистая среда, состоящая даже из тысяч слоев пленки, уместающихся на отрезке длины ~ 1 м, представляет собой вполне компактный радиатор переходного излучения.

Теоретические и экспериментальные исследования переходного излучения, проведенные в ЕрФИ, послужили началом работ по созданию детекторов для опознавания частиц при ультравысоких энергиях ~ 200 —250 ГэВ и выше. Еще в 1961 г. автором и другими сотрудниками была предложена идея и конкретные методы использования рентгеновского переходного излучения на основе теории Г. М. Гарибяна для опознавания частиц ультравысоких энергий. Создание подобных детекторов имеет важнейшее значение для экспериментов на планируемых и строящихся ускорителях на энергию до 500 ГэВ. Такие детекторы очень нужны в исследованиях космических лучей, где вопрос идентификации протонов и пионов при энергии, превышающей сотни ГэВ, исключительно важен.

Работы по созданию детекторов, основанных на явлении переходного излучения, развиваются в институте в двух направлениях. Одно из них — регистрация первичной частицы и фотонов переходного излучения в трековой искровой камере. Этим методом достигнуты большие успехи (группа Г. Лорикьяна).

Стримерная камера¹, наполненная

¹ Стримерная камера — это искровая камера с большим расстоянием между электродами. На электроды подаются чрезвычайно кратковременные импульсы высокого напряжения. Благодаря этой кратковременности разряд не успевает развиться дальше своей головной части — стримера и канал разряда не образуется. Ионизованные частицей атомы газа не успевают сдвинуться, и можно сфотографировать четкий след частицы.

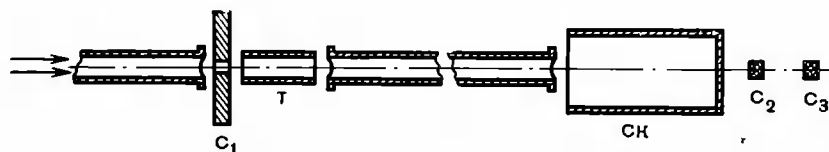


Рис. 6. Схема установки для одновременного фиксирования высокоэнергичной частицы и фотонов вызываемого ею рентгеновского переходного излучения. Слабый пучок электронов проходит через слоистую среду T, состоящую из тысяч пленок полиэтилена толщиной 45 мкм с расстоянием между ними 500 мкм. В 11 м от нее расположена стримерная камера (СК) размером $80 \times 20 \times 10$ см³. C₁, C₂ и C₃ — сцинтилляционные счетчики.

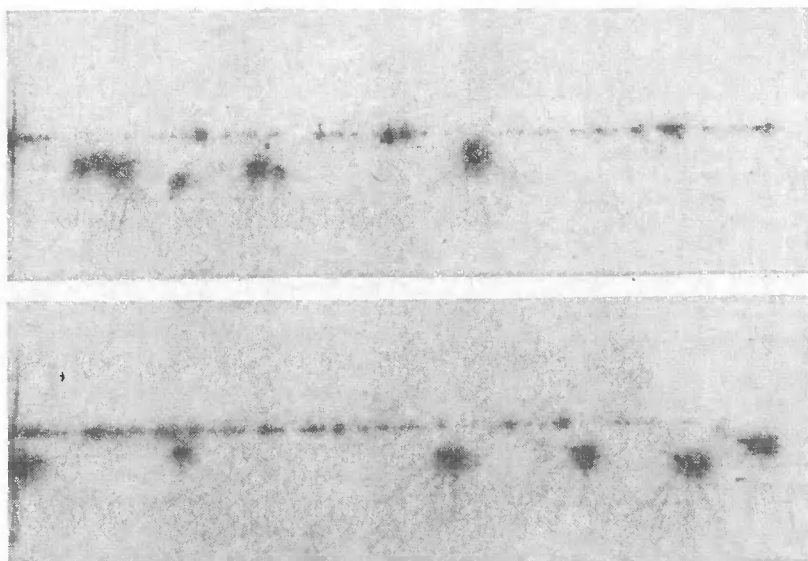


Рис. 7. Фотоснимки типичных случаев процессов, происходящих на установке, показанной на рис. 6. Пунктирные следы частицы сопровождаются фотонами рентгеновского излучения, иногда рождающими фотоэлектроны, видные на снимках как пятна или крючки.

Ne + 20% Xe, уже сама по себе служит хорошим детектором частиц ультравысоких энергий и позволяет в магнитном поле определять импульс, а если перед ней расположить слоистую среду, состоящую из многих сотен тонких пленок легкого вещества, — одновременно фиксировать фотоны рентгеновского переходного излучения. На рис. 6 показана схема установки, а на рис. 7 — характерные случаи, когда наряду с первичной частицей фиксируются следы фотоэлектронов, образующихся в газе стримерной камеры фотонами переход-

ного излучения. Фотоны, генерируемые в слоистой среде, идут под очень малыми углами к первичной частице, как бы обволакивая ее, а попадая в рабочую смесь, создают фотоэлектроны, которые в виде жирных пятен или крючков видны на рисунке. Именно при помощи стримерной камеры для регистрации фотонов переходного излучения впервые была получена большая (близкая к единице) эффективность регистрации частиц ультравысоких энергий. Наряду с этим в стримерной камере можно регистрировать события, когда в ми-

шени, установленной далеко перед камерой, возникает несколько заряженных частиц, и по числу фотоэлектронов, сопровождающих каждый след вторичной частицы ультравысокой энергии, идентифицировать каждую из них. Понятно, что для лучшего разделения частиц выгодно пользоваться не одной, а двумя или большим числом искровых камер, помещенных в магнитное поле.

Весьма интересный и важный для практического использования результат был получен в опыте, где в качестве слоистой среды применен кусок пористого пенопласта. В пенопласте поры расположены совершенно беспорядочно, и возникновение сильного переходного излучения означает, что для его генерации не требуется периодической среды, а нужны лишь частые границы между средами с различными оптическими константами.

На рис. 8 показано распределение числа случаев с тем или иным числом фотоэлектронов в опыте, когда перед стримерной камерой на расстоянии 10 м помещался блок пенопласта толщиной 4,8 г/см². Этот опыт отчетливо показывает, что в случае пористой среды мы наблюдаем переходное излучение, возникающее в стенках пор пенопласта. Даже в скромной по размерам стримерной камере (рабочая длина вдоль следа частицы всего 60 см) при известном импульсе частицы можно отличать протон с энергией $2,4 \cdot 10^3$ ГэВ от π -мезона такой же энергии. Действительно, для протона с энергией $2,4 \cdot 10^3$ ГэВ E/mc^2 (где E — энергия протона¹, m — его масса и c — скорость света) равно $2,6 \cdot 10^3$, что соответствует электрону с энергией 1,3 ГэВ (распределение I). Среднее число фотоэлектронов у π -мезонов с энергией $2,4 \cdot 10^3$ ГэВ по расчету будет около 6, и ему соответствует расчетное распределение III на рис. 8.

¹ Напомним, что, согласно теории относительности, масса пропорциональна энергии. Масса протона, разогнанного до $2,4 \cdot 10^3$ ГэВ (таких энергий на ускорителях пока не получают), будет в 2600 раз больше, чем у покоящегося.

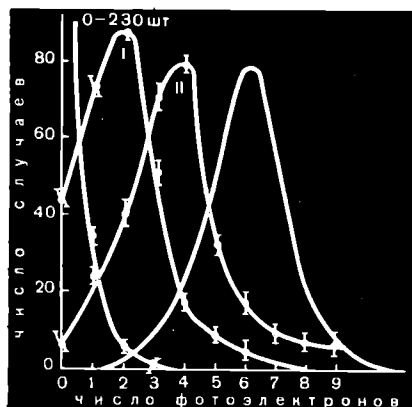


Рис. 8. Числа случаев, при которых отмечалось то или иное число фотоэлектронов: кривая I — для первичных электронов с энергией 1,3 Гэв; II — то же при 4,5 Гэв; III — расчетное распределение для π -мезонов с энергией 2,4 тыс. Гэв; IV — контрольный опыт, когда вместо пористой среды помещалась пластинка оргстекла эквивалентной толщины ($4,8 \text{ г/см}^2$).

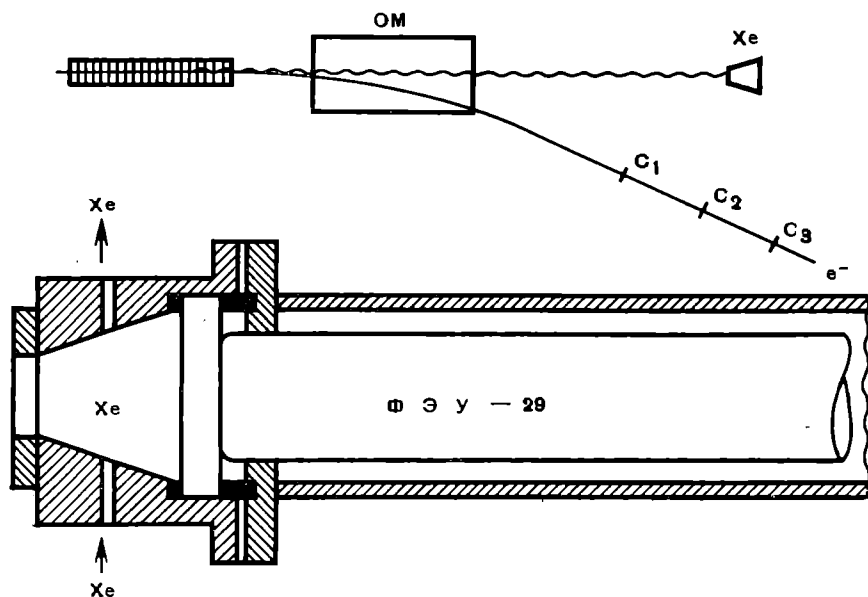


Рис. 9. Вверху — схема регистрации переходного излучения. Электрон, вызвавший рентгеновское излучение в слоистой среде (заштрихована), отклоняется магнитом ОМ, а рентгеновское излучение попадает в ксеноновую камеру. C_1, C_2, C_3 — сцинтилляционные счетчики электронов. Внизу — схема ксенонового детектора переходного излучения. Переходное рентгеновское излучение проникает через окошко из майлара толщиной 40 мкм в камеру, заполненную ксеноном. Рентгеновский квант поглощается ксеноном, и возникающая при этом сцинтилляция регистрируется фотоэлектронным умножителем ФЭУ-29.

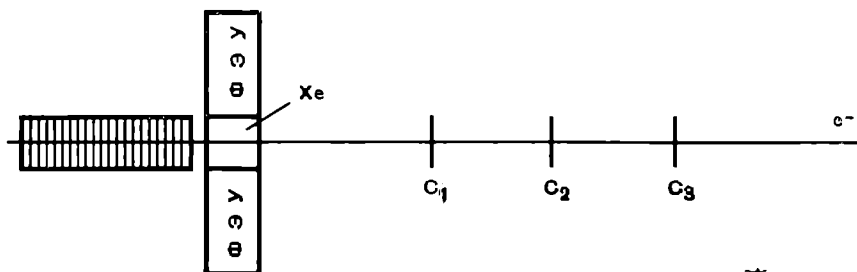


Рис. 10. Схема одновременной регистрации рентгеновского кванта переходного излучения и электрона. C_1, C_2, C_3 — сцинтилляционные счетчики электронов.

Другой очень важный метод регистрации переходного излучения связан с использованием газообразного ксенона в качестве сцинтиллятора (группа А. Г. Оганесяна). Сцинтилляции, возникающие в результате поглощения в ксеноне рентгеновских квантов с энергиями до нескольких десятков килоэлектронвольт, регистрируются фотоумножителями. На рис. 9 показана схема опыта, в котором определялась эффективность регистрации электронов с энергиями $2,5 \div 3,6 \text{ Гэв}$, а первичная частица отклонялась магнитным полем. Эффективность регистрации оказалась $\sim 0,45$ при энергии 3,6 Гэв.

Особый, важный для практического использования переходного излучения опыт был произведен без отведения в сторону первичной частицы. В этом случае как первичная частица, так и переходное излучение, возникшее в слоистой среде, попадают в детектор, изображенный на рис. 10. Сцинтилляции возникали в ксеноне в результате поглощения рентгеновских квантов переходного излучения и в результате ионизации, вызываемой в газе первичной частицей. Сигнал на выходе детектора пропорционален суммарному энерговыделению за счет поглощения переходного излучения, зависящего от E/mc^2 , и ионизационных потерь в газе, практически не зависящих от E/mc^2 . Результаты измерений (энергия электронов 31 Гэв) приведены на рис. 11. Эффективность регистрации электронов по их переходному излучению составляла $0,865 \pm 0,095$.

Методом Монте-Карло были вычислены распределения 200 событий энерговыделения в ксеноне, которое получается за счет поглощения в нем переходного излучения и ионизационных потерь, а также только за счет ионизационных потерь при импульсе электронов 31 Гэв/с. Результаты измерений и расчетов показывают, что метод регистрации переходного излучения с помощью разработанного нами газового ксенонового сцинтиллятора, позволит идентифицировать частицы сверхвысоких энергий в области $E/mc^2 = 10^3 \div 10^4$.

Представляет интерес возможность использования детекторов на основе рентгеновского переходного излуче-

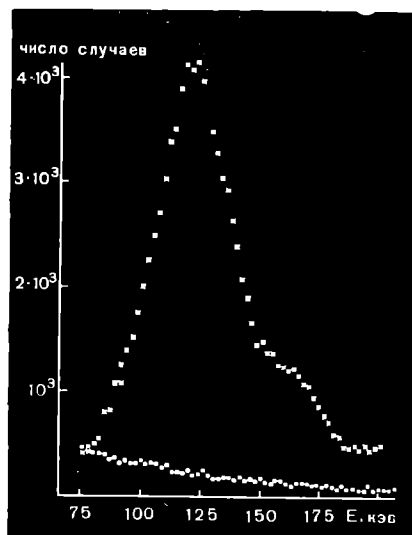


Рис. 11. Результаты измерений по схеме, изображенной на рис. 10. Измерения, проведенные со слоистой средой, показаны крестиками, без нее — точками. В первом случае вероятное значение энергии, выделенной за счет поглощения квантов переходного излучения и ионизационных потерь, составляет 125 кэВ (максимум кривой числа событий). Согласно расчету, вероятные ионизационные потери в ксеноне — 48 кэВ.

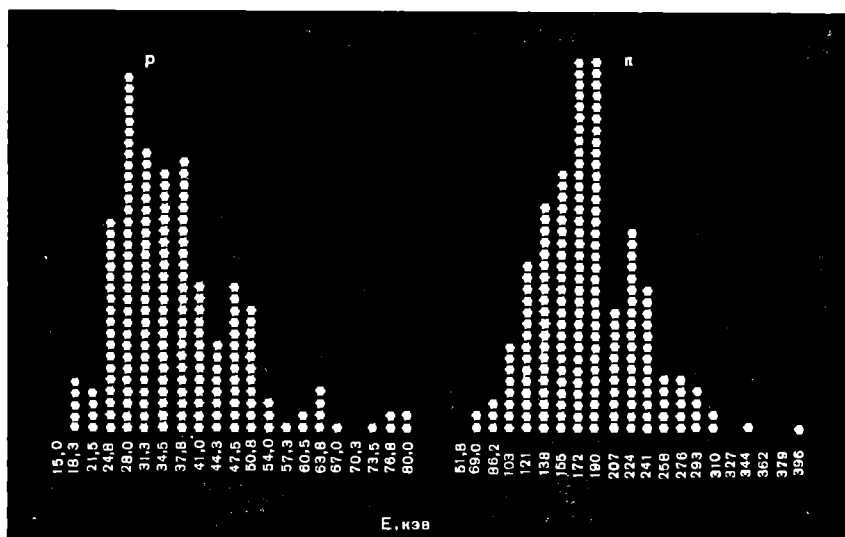


Рис. 12. Распределение 200 случаев энерговыделения в детекторе Ереванского физического института, рассчитанное по методу Монте-Карло для протонов и π -мезонов с импульсом 500 ГэВ/с. Все случаи энерговыделения > 103 кэВ однозначно соответствуют π -мезонам, что дает возможность четко разделять протоны и π -мезоны при таких высоких энергиях.

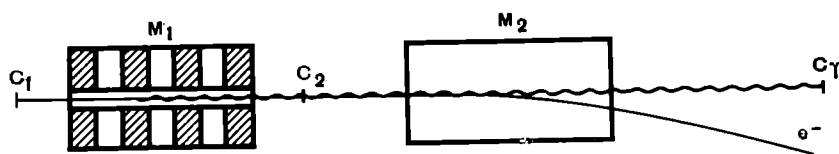


Рис. 13. Схема экспериментальной установки по получению и исследованию ондуляторного излучения от электронов с энергиями в несколько ГэВ. M_1 — часть магнитов ондулятора; M_2 — магнит, отклоняющий электроны e^- ; C_1 , C_2 — счетчики электронов; C_γ — счетчик γ -квантов.

ния для отделения электронов от пионов и пионов от протонов. Расчеты по методу Монте-Карло показывают, что при импульсе 31 ГэВ/с пионы от электронов можно отделить с коэффициентом разделения $5 \cdot 10^{-2}$. Аналогичные результаты получены для разделения пионов и протонов при импульсе частиц до 500 ГэВ/с (рис. 12). Таким образом, уже в настоящее время детекторы можно использовать на больших ускорителях.

Экспериментальное исследование рентгеновского излучения в магнитных ондуляторах

Теоретическим исследованием излучения, которое испускают заряжен-

ные частицы при прохождении через магнитное и электрическое поля, занимались В. Л. Гинзбург, Л. Д. Ландау, Е. М. Лившиц. Экспериментальное исследование излучения, возникающего в магнитном ондуляторе, через который проходят электроны с энергиями в несколько мегаэлектронвольт, было выполнено Мотцом. Ему удалось обнаружить излучение в миллиметровом и оптическом диапазонах частот.

Первая попытка экспериментально исследовать в магнитном ондуляторе излучения от электронов с энергиями в несколько ГэВ было сделано автором, С. К. Есиным и др. На рис. 13 приведена схема экспериментальной

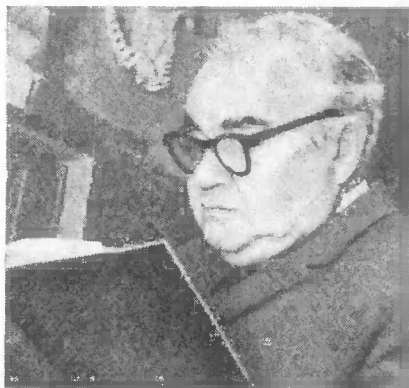
установки. Магнитный ондулятор содержал 8 периодов с длиной $l = 8$ см. Магнитное поле в горизонтальной плоскости равнялось 5200 э.

Генерация рентгеновского излучения в ондуляторе, безусловно, имеет ряд преимуществ перед обычным методом съема синхротронного излучения с ограниченной длины орбиты. Но еще важнее, что, меняя параметры ондулятора, можно существенно деформировать спектр излучения.

Исследования, описанные в этой статье, не исчерпывают всех направлений работ, ведущихся на Ереванском электронном ускорителе.

Как умножить биологические ресурсы Каспия

Профессор Ю. Ю. Марти



Юлий Юльевич Марти, доктор биологических наук, работает в Институте водных проблем АН СССР, изучает биогеоэкологические системы океана. Руководитель и участник многих океанологических и научно-промысловых экспедиций в северные моря, Центральную Атлантику и Южный океан. Автор многочисленных трудов по биологии рыб, а также по проблемам формирования и использования биологической продукции океана и морей. В последнее время сосредоточил свое внимание на проблеме Каспийского моря. Лауреат Государственной премии.

«За последние годы снизились уловы ценных видов рыб в Каспийском, Азовском и Аральском морях... Основными причинами снижения запасов ценных промысловых рыб и их уловов во внутренних водах явилось строительство водохранилищ на основных реках без одновременного осуществления компенсирующих мероприятий, в частности, строительства в необходимых количествах рыбообразовных заводов и нерестово-выростных хозяйств. Важное значение для увеличения рыбных запасов и повышения уловов рыб имеет предотвращение загрязнения Каспийского моря и бассейнов Волги и Урала...»

Из доклада Заместителя Председателя Совета Министров СССР академика В. А. Кириллина «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов» на сессии Верховного Совета СССР 19 сентября 1972 г.

Каспий — это самое большое озеро на нашей планете и самый продуктивный континентальный водоем, сохранивший уникальное стадо осетровых рыб. Еще недавно, в начале 30-х годов, Каспий давал стране 5—6 млн ц ценных рыб в год. Этот улов был далек от потенциальных возможностей моря. Запас многих промысловых рыб, в том числе осетровых, был уже истощен, а малоценные рыбы еще не использовались промыслом. Сейчас улов ценных рыб меньше 1 млн ц, а главным объектом лова стала килька.

Биологическая продуктивность Каспия — результат сложного взаимодействия собственно моря, акваторией около 370 тыс. км² и его водосборной площади, достигающей 3200 тыс. км².

Богатства самого моря для создания биологической продукции огромны и в то же время односторонни — в основном это солнечная энергия (на каждый квадратный сантиметр площади Каспия за год приходится около 140 ккал.). Все остальное поступает с речным стоком: это многие тыся-

чи тонн биогенных солей и органических взвесей. Речные воды не дают Каспию возможности превратиться во второе Мертвое море. Средняя соленость Каспия около 12,5‰. Те же речные воды поддерживают его уровень и сохраняют его площадь.

Богатый урожай Каспий приносит только при достаточном обогащении его пресными водами. В этом он напоминает засушливые земли, не способные давать урожай без полива. Ежегодно на 1 м² площади моря помимо осадков требуется около 0,8 м³ пресной воды.

Основа фауны Каспийского моря — своеобразный реликтовый комплекс, представляющий собой остатки фауны Тетиса¹. Она представлена бычками, кильками и сельдями. Большинство же ценных в промысловом отношении рыб из семейства осетровых, лососевых, карповых, окуневых проникли в Каспий из пресных вод. Таким образом, реки не только создали благоприятные условия развития жизни

¹ Л. А. Зенкевич. Биология моря СССР, М., 1963.

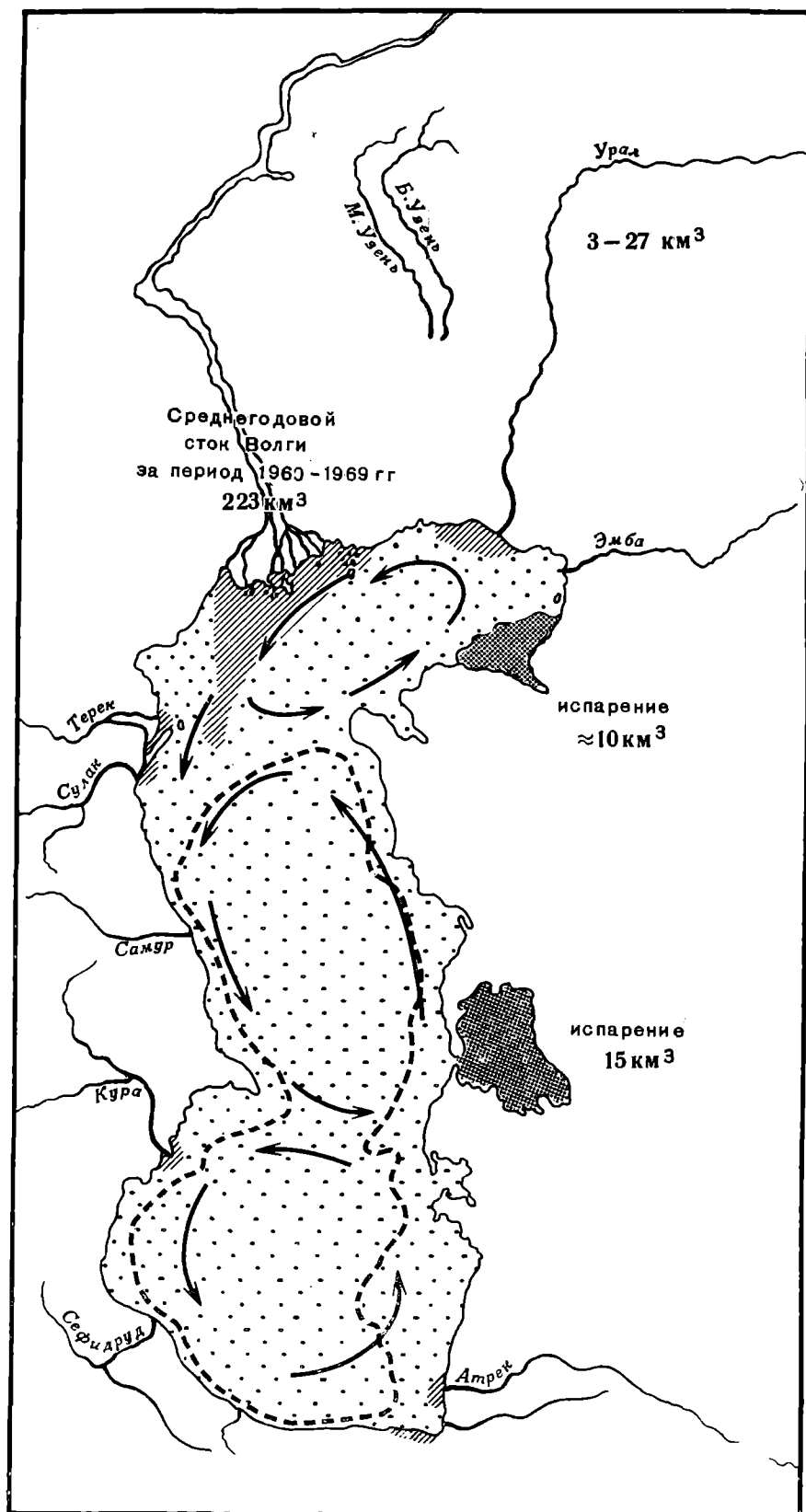
в море, но и определили состав его промысловой ихтиофауны.

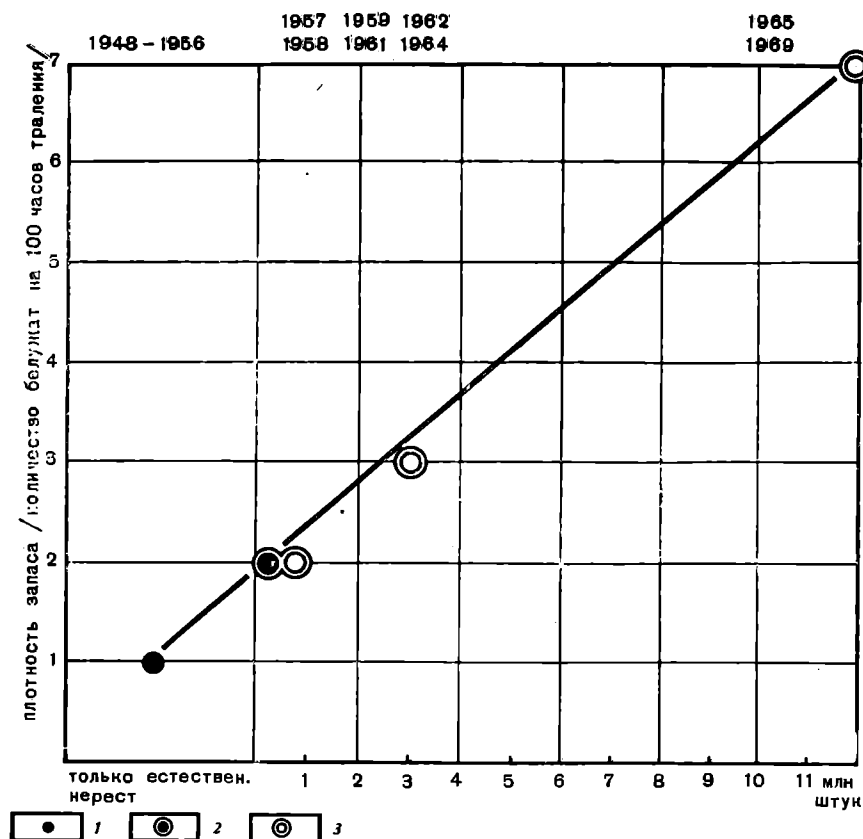
В Каспии образовались две трофические системы. Первая существует за счет биогенных солей, доставляемых речным стоком; она приурочена к опресненному и мелководному Северному Каспию; главной продукцией ее являются животные бентоса — черви, ракообразные, моллюски — корм полупроходных рыб: воibly, леща, молоди осетровых. Вторая трофическая система собственно Каспийского моря живет за счет биогенных элементов, уже вошедших в биологический круговорот водоема, которые попадают в фотический слой из глубинных слоев моря путем конвективного перемешивания, в результате зимнего охлаждения, а также ветрового сгона поверхностного слоя воды и волнового перемешивания. Основную продукцию этой трофической системы представляет планктон, за счет которого живут кильки и сельди. Продукты распада морского планктона дают пищу бентосу, используемому, в свою очередь, взрослыми осетровыми.

Каспий — внутренний водоем, и мы имеем полную возможность создать в нем высокопродуктивное управляемое рыбное хозяйство. Но прежде чем говорить о будущем, обратимся сначала к недавнему прошлому этого уникального моря.

Беды Каспия начались в 30-х годах,

Распространение речных вод в Северном Каспии после изменения стока Волги, его зарегулирования и падения уровня моря. В итоге взаимодействия этих факторов произошло обмеление восточных рукавов дельты Волги и увеличение расхода воды через западные рукава. Смещение стока к западу и уход пресных вод в Средний Каспий привело к разобщению Волго-Каспийского и Урало-Каспийского районов, представлявших в прошлом общую зону опреснения. Восточная часть Северного Каспия оказалась под ослабленным влиянием Волги и возросшим воздействием соленых вод восточных мелководий. Высокопродуктивная солоноватоводная зона уменьшилась и стала хуже использоваться полупроходными рыбами. Штриховкой обозначены опресненные воды, тангиром — осолоняющиеся.





Масштабы промышленного разведения белуги и плотность запаса ее молоди (количество белужат на 100 час. траления в Северном Каспии). После организации промышленного разведения белуги плотность запаса ее молоди по сравнению с периодом только естественного размножения увеличилась в 7—8 раз. По оси ординат отложена плотность популяции, а по оси абсцисс — количество выпускаемой молоди. 1 — естественный нерест; 2 — естественный нерест и промышленное рыбководство; 3 — промышленное рыбководство.

когда наступил период маловодья Волги. Средний многолетний приток Волги — 252 км³, а всех рек — около 315 км³. С 1933 по 1940 гг. Волга ежегодно недодавала Каспию 60—80 км³ воды. При объеме вод Каспия в 77 тыс. км³ количество воды в нем уменьшилось всего на 2%, но эта потеря объема привела к очень серьезным последствиям. За 8 лет уровень моря упал на 1,8 м. Полностью высохли заливы Комсомолец и Кайдак, возникли большие малопродуктивные мелководья глубиной менее полуметра. Увеличилась дельта Волги, возникла авандельта, заросшая макрофитами. Средняя соленость Северного Каспия в те годы увеличилась с 8 до 12‰. Ухудшились условия

размножения и нагула промысловых рыб.

Второй сложный период для биологических ресурсов Каспия наступил в последнем десятилетии. В отличие от 30-х годов, когда главными были природные факторы, в 60-х годах отрицательное воздействие на рыбное хозяйство начали оказывать факторы антропогенного порядка. Создание водохранилищ потребовало в общей сложности более 150 км³ воды, половину годового стока всех рек. На 9—10 км³ ежегодно уменьшился сток рек за счет возросшего испарения с площади созданных водохранилищ.

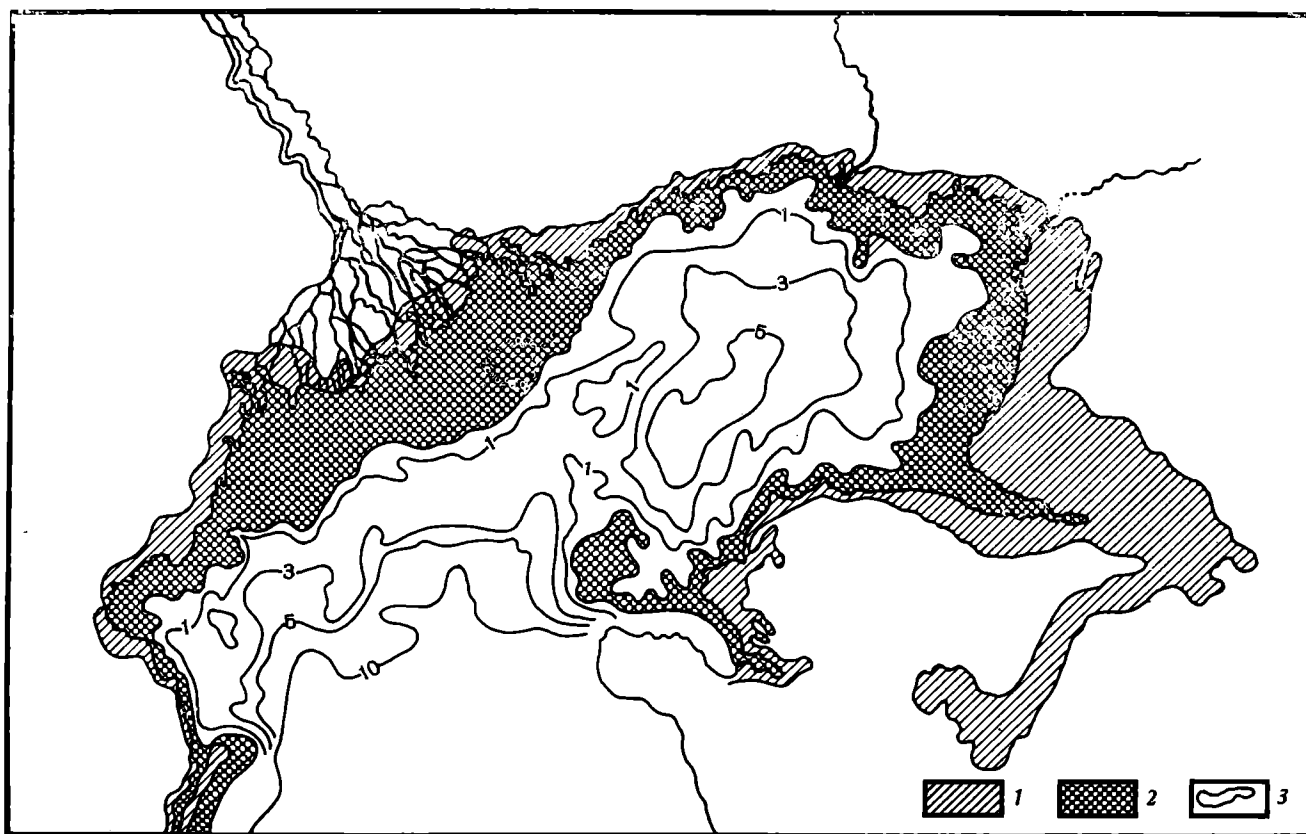
Уменьшение приходной части водного баланса Каспия, вызванное хозяйственной деятельностью человека

и несколько пониженным естественным стоком Волги в последнее десятилетие, привело к понижению уровня еще на 0,8 м, а всего с 1933 г. до настоящего времени на 2,6 м.

В итоге зарегулирования стока расход воды уменьшился в период весеннего половодья и увеличился летом, осенью и зимой. Большая часть стока Волги стала поступать в море через западные рукава дельты. Если раньше при высоком половодье вода устремлялась по всей дельте и много воды проходило через восточные рукава в центральную зону Северного Каспия и на восток по направлению к устью Урала, то после падения уровня, обмеления восточной половины дельты и одновременного углубления самого западного рукава Волги сток сместился к западу.

С зарегулированием стока резко уменьшился принос в Северный Каспий биогенных солей и органических взвесей. Хотя в водохранилища приносится, по-видимому, не меньше биогенных элементов, чем попадало раньше в русло реки, но теперь они там очень быстро потребляются синезелеными водорослями. Количество растворенных биогенных солей, в частности фосфатов, уменьшилось в Северном Каспии в 3—4 раза по сравнению с периодом до зарегулирования стока Волги.

Таким образом, можно говорить об одностороннем действии природных и антропогенных факторов на водный режим Каспийского моря. И те, и другие факторы оказали влияние на уровень Каспия, распределение стока в дельте и уменьшение приноса биогенных солей. Под влиянием того же комплекса факторов изменились условия солевого режима восточных районов Северного Каспия, который оказался под ослабленным влиянием стока Волги и возросшим воздействием соленых вод, образовавшихся в восточной части Северного Каспия мелководий. В годы большого стока Урала (более 15—20 км³) условия солености складываются вполне благоприятно, но при низком стоке, который может быть для Урала меньше 5 и даже 3 км³ в год, соленые воды приближаются к устью Урала, уничтожая солоноватоводный комплекс бентоса. Неодно-



Контуры берегов Северного Каспия 1929 и 1968 гг. и глубины моря при падении уровня еще на 2 м ниже современного. Восточная часть на месте Уральской впадины превращается в практически изолированный соленый водоем. В западной части Северного Каспия перед дельтой сохраняется небольшое мелководье, по которому воды Волги будут уходить в Средний Каспий.

1 — площадь моря, сократившаяся с 1929 по 1968 г., 2 — площадь моря, которая осушится при падении уровня еще на 2 м, 3 — изобаты при снижении уровня на 2 м.

кратно создавались летальные условия и для полупроходных рыб.

Изменившийся водный режим Северного Каспия оказал влияние на сложную цепь биологических явлений. Эти изменения коснулись, прежде всего, солоноватоводного бентоса, т. е. кормовой базы полупроходных рыб. Морская же трофическая система сохранилась.

Резко изменились одновременно и условия размножения рыб. Плотины преградили путь к нерестилищам белуге, осетру, белорыбце, минюге. Созданный в Волгоградском гидроузле рыбоход не оправдал возлагавшихся на него надежд. Осетры успешно преодолевают плотину и проходят в верхний бьеф, но на месте прежних нерестилищ они встречают замедленные течения и заиленные грунты водохранилищ, непригодные для развития икры.

В связи с ухудшением перспектив размножения полупроходных рыб в дельте Волги, при разработке проекта каскада гидроэлектростанций возникла идея регулирования половодья с помощью водodelителя. Смысл создания последнего заключался в том, что при недостатке воды хорошо обводненная половина дельты может восполнять рыбные запасы лучше, чем вся дельта при неудовлетворительном заливаннии.

Строительство водodelителя близится к концу. С пуском его восточная половина дельты превращается в рыбопитомник, на территории которого прекращается рыбный промысел.

Регулирование рыболовства в дельте Волги позволит найти оптимальную интенсивность промысла, при которой будет обеспечена размерно-возрастная структура популяции, необходи-

мая для обеспечения расширенного воспроизводства запаса рыб и рационального использования кормовых ресурсов моря. Следует помнить, что плодовитость рыб существенно увеличивается с возрастом, при этом увеличивается размер икринок и запас питательных веществ в них. Наличие в стаде старших возрастных групп приводит к расширению пастбищ и использованию крупных организмов бентоса, недоступных для молодых рыб.

Внимание ученых в последнее время было направлено на повышение продуктивности Каспия путем увеличения запасов ценных рыб с целью наиболее интенсивного использования имеющихся кормовых ресурсов (оптимальный возраст использования рыб, повышение воспроизводительной способности популяций, рыболовство) и укрепления кормовой базы в

результате вселения животных бентоса из Азово-Черноморского бассейна.

Идея о переселении в Каспийское море представителей средиземноморской фауны, акклиматизировавшихся в Азовско-Черноморском бассейне, возникла у академика Л. А. Зенкевича и его учеников в 30-е годы, в период резкого осолонения Северного Каспия.

Продуктивность Азово-Черноморского бассейна после проникновения в него представителей средиземноморской фауны повысилась. Два различных комплекса фаун — местная солоноватоводная и средиземноморская, приспособленная к большой солености, способствовали интенсивному использованию рыбой кормовых возможностей Азовского и Черного морей. В Каспий проникло небольшое число средиземноморских видов, так как к моменту соединения Средиземного моря с Азово-Черноморским бассейном Каспий был уже разобщен с последним.

Эксперимент природы было решено распространить на Каспийское море, куда были вселены червь *нереис* и моллюск *синдесмия* — любимая пища осетровых в Азовском море¹.

Вселение в Каспийское море *нереиса* и *синдесмии* — одна из самых замечательных страниц акклиматизации животных на земном шаре. Но пока еще оба эти вселенца используются очень слабо — рыбная продукция, создаваемая ежегодно за их счет, составляет меньше 1/500 от общей их биомассы, имеющейся в море.

Особенно большое внимание было уделено рыбоводами разведению осетровых, естественный нерест которых резко сократился сначала в результате чрезмерно интенсивного

¹ В Каспийское море некоторые виды гидробионтов проникли из Азово-Черноморского бассейна стихийно — моллюск *митилластер* (при перевозке судов еще в 20-х годах), *балланус*, проникший через Волго-Донской канал, крабик *ритропанопеус*, сначала попавший в Северное море от берегов Северной Америки, а затем появившийся в Азово-Черноморском бассейне и Каспийском море. Роль этих видов в жизни Каспия весьма существенна, особенно *митилластера*, но они не стали важными кормовыми объектами промысловых рыб.

промысла, а впоследствии из-за регулирования стока Волги.

Промышленное разведение осетровых в Каспии достигло значительных масштабов. Только в дельте Волги действует 8 крупных осетровых рыбободных заводов. Выпуск в Каспий жизнестойкой молодежи белуги, осетра, севрюги достиг 50 млн штук.

«Виновниками» этих успехов в какой-то мере можно считать гидроэнергетиков, потому что трудно предположить, чтобы искусственному разведению осетровых уделяли бы столь большое внимание, если бы сохранились условия их естественного размножения.

Осетровые — рыбы с длительным жизненным циклом, со сложной, многовозрастной нерестовой популяцией. Полноценными производителями считаются только особи, созревающие вторично. Поэтому без сохранения нерестовых популяций, размножающихся в естественных условиях, стадо осетровых спасти не удастся. Речной период жизни этих рыб не может быть заменен рыбоводным аппаратом и небольшим прудом.

Для обеспечения полноценного маточного поголовья первый нерест этих рыб должен происходить в природных условиях. При повторном созревании они будут использованы для промышленного осетроводства. Поэтому одним из главных условий создания на Каспии осетрового хозяйства было сохранение нижнего течения Волги, а также Урала в свободном состоянии для обеспечения естественного размножения.

Севрюга, всегда размножавшаяся в нижнем течении рек, почти не потеряла нерестилищ, у осетра больше половины нерестилищ оказалось в зоне водохранилищ; большую часть своих нерестилищ потеряла белуга. С учетом этого и планировался выпуск молодежи. Наибольшее внимание было обращено на разведение белуги, и это полностью себя оправдало. Молоди белуги сейчас в 7—8 раз больше, чем было при ее естественном размножении. Вполне удовлетворительно пополняется запас молодежи севрюги. Запас русского осетра пополняется плохо, вследствие недостаточного выпуска его молодежи. Пример с удачным пополнением запаса белу-

ги убеждает, что при надлежащем выпуске молодежи запас можно не только сохранить, но и значительно увеличить.

Успешно решается и промышленное разведение белорыбицы, проникшей в отдаленные времена в бассейн Каспия из северных рек, где ее ближайший родственник нельма обитает и поныне. На новой родине белорыбница сделалась проходной рыбой, она освоила богатые морские пастбища, но нерестилища ее остались в притоках Камы, за 3 тыс. км от мест нагула. Эта миграция представляла большие трудности для белорыбицы, несмотря на ее крупные размеры (до 1 м длины и 10—12 кг веса). Белорыбница поднималась по Волге и Каме на 3 тыс. км, преодолевая за 6—8 месяцев нахождения в пути поток в 8—9 тыс. км, т. е. почти протяженность миграции угря от берегов Европы в Саргассово море. На эту миграцию уходила вся накопленная в море энергия. Из 25—27% жира у рыб к финишу оставалось менее 1%. Около 200 суток развивалась икра белорыбицы в холодных притоках Камы. Нетрудно представить себе, что запасы белорыбицы всегда определялись речным периодом ее жизни и были небольшими.

Борьба ученых за сохранение и увеличение запаса белорыбицы велась с конца прошлого столетия. Победа пришла только в конце 50-х годов, когда сток Волги был зарегулирован и белорыбница должна была исчезнуть, если бы не была решена проблема ее промышленного разведения.

М. А. Летичевский предложил создать условия размножения белорыбицы в районе дельты Волги на специальном рыбоводном заводе, в мини-атюре представляющем и миграционный путь белорыбицы, и условия созревания производителей, и развития икры и личинок, и выращивания молодежи.

Завод для разведения белорыбицы на р. Кизили, вблизи Астрахани — совершенно уникальное предприятие, оснащенное современной техникой, холодильными установками, создающими необходимый термический режим, компрессорами, обогащающими воду кислородом, мощными напор-

ными фильтрами, очищающими воду от органических и минеральных взвесей. Для имитации условий миграционного тракта в больших железобетонных бассейнах были созданы круговые течения скоростью около 25 км в сутки, преодолевая которые белорыбца проходила путь примерно той же протяженности, что и в естественных условиях.

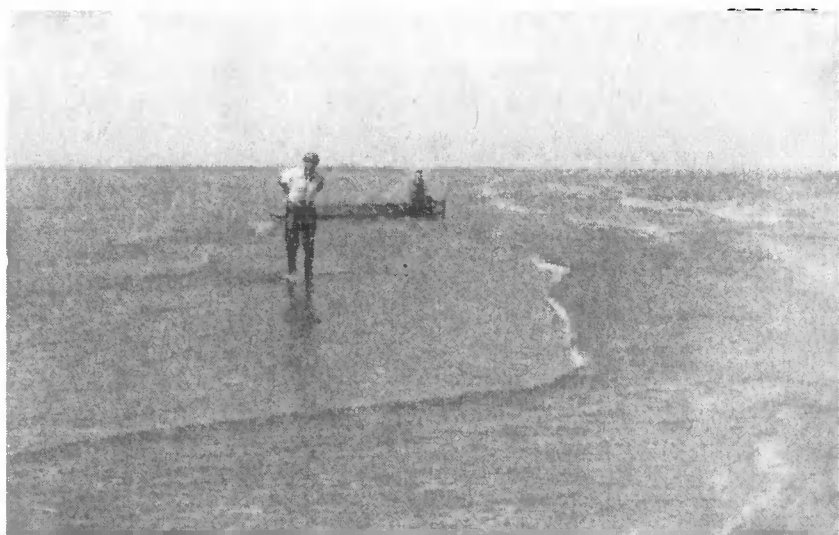
Ежегодно теперь в конце октября — начале ноября миллионы икринок белорыбцы помещаются в аппараты Вейса, а в марте — апреле выклеваются личинки. 45—50 дней молодь выдерживается в выростных прудах, а затем выпускается на волю. Самые ответственные этапы жизненного цикла белорыбцы управляются человеком. Нерестовая миграция в тысячи километров и скат молоди — все это происходит в условиях, приближающихся к естественным, но на рыбоводном заводе, созданном руками человека.

Есть ли доказательства эффективности промышленного разведения белорыбцы? Да. Был период, когда биотехника была разработана, рыбоводный завод построен, но производителей было очень мало, рыбоводные аппараты не удавалось заполнить икрой. В 1964 г. в Волгу входили последние экземпляры, сохранившиеся от естественного нереста. В рыбоходе Волгоградского гидроузла было отмечено всего 37 экземпляров белорыбцы. Сейчас в рыбоход устремляются сотни экземпляров. Всем им не более 7—8 лет, все они родились на рыбоводном заводе.

Теперь производителей хватает, и задача заключается во всемерном расширении масштабов рыбоводства. Кормовые ресурсы белорыбцы (килька) в Каспии практически не ограничены, и рыбоводы смело могут увеличивать ее запас.

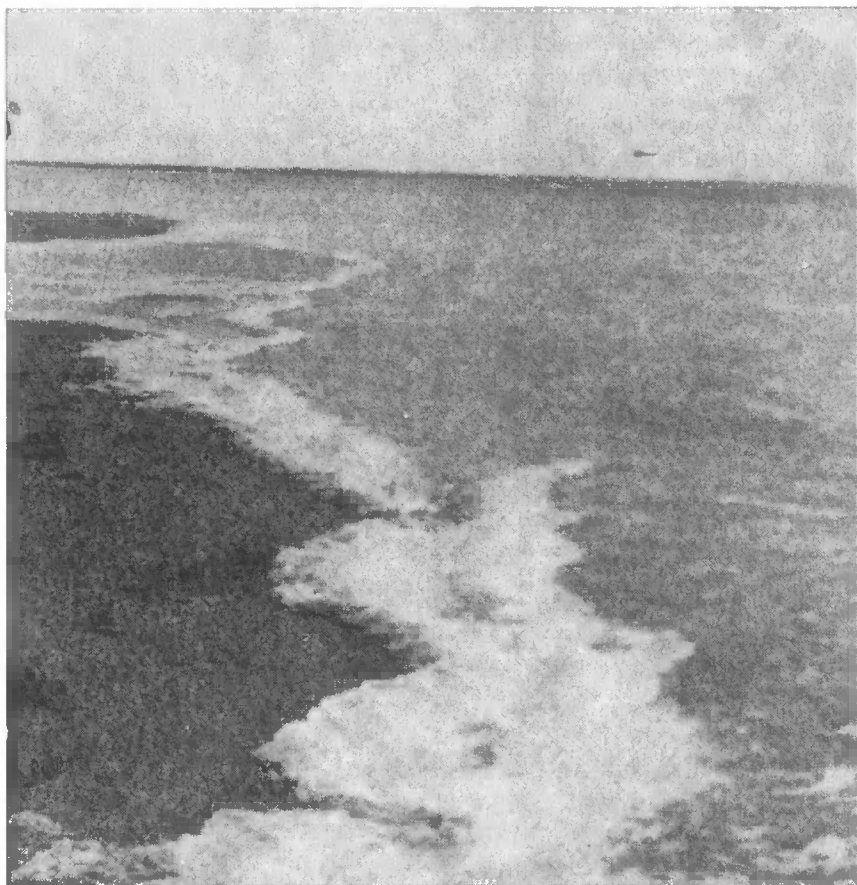
Становится очевидным, что судьба даже проходных рыб Каспия при регулируемом стоке полностью в руках человека.

Идеи создания в Каспийском море морской ихтиофауны путем вселения хамсы (анчоуса), саргана, салаки и других морских рыб не имеет под собой серьезной научной базы. Кормовые ресурсы собственно Каспийского моря с успехом могут быть использо-



Многие тысячи квадратных километров восточных мелководий имеют глубину менее 0,2—0,3 м.

Фото Н. А. Скриптунова



Современный Северо-Восточный Каспий не имеет береговой границы, нагонные ветры заливают осушенную зону на многие километры.

Фото Н. А. Скриптунова

ваны уже существующей ихтиофауной. Осетр и севрюга должны стать потребителем бентоса, белуга и белорыбца — планктоноядных рыб (трех видов каспийских килек).

Одновременно следует помнить, что продуцирующая экологическая система Каспия еще далека от равновесия. Это связано и с природными условиями, и с влиянием деятельности человека как положительной, так и отрицательной.

Располагает ли гидробиология необходимым арсеналом знаний для построения региональной ноосферы в пределах бассейна Каспийского моря? Несомненно, располагает, и работу эту непременно следует начать. Опыт подсказывает, какие вопросы следует в будущем уточнить, и выдвинет новые проблемы, требующие своего решения. Без умения управлять биологическими процессами гидробиология может остаться еще долгое время описательной наукой, а использование биологических ресурсов гидросферы будет находиться на стадии охоты, которая на суше изжила себя уже много столетий назад.

Несомненно, первым кругом вопросов будет водный режим Каспия: его уровень, распределение речного стока в пространстве и времени, солевой режим и биогенный сток.

Если уровень моря упадет еще на 1,5—2 м, то рыбохозяйственное значение Каспия будет потеряно навеки. Исследованиями Института водных проблем АН СССР выяснено, что компенсация всех безвозвратных потерь воды в бассейне Каспийского моря на 1985 г. покрывается приблизительно 40 км³, из которых 20—25 км³ должно быть переброслено из северных рек, а 15 км³ может быть сохранено в итоге уменьшения испарения путем зарегулирования стока каспийских вод в Кара-Богаз-Гол и отклонением мелководий, уже не участвующих в биопродукционных процессах.

Высказываются опасения, что уменьшение стока северных рек приведет к изменению гидрологического режима Белого и Баренцева морей. Вряд ли с этим можно согласиться; общий сток в эти моря превышает 400 км³ в год. Изъятие 20—25 км³ для Каспия составляет всего 5—6% от этого стока, меняющегося по годам в

значительно больших пределах.

Проект зарегулирования оттока каспийских вод в Кара-Богаз-Гол заканчивается. Осуществление этого, несложного для нашего времени, гидротехнического сооружения позволит сэкономить на испарении около 5 км³ в год.

Обследование мелководий Северо-Восточного Каспия в целях их отчленения было проведено в прошлом году Гидрорыбпроектом при участии сектора биологической продуктивности Института водных проблем АН СССР и Уральского отделения Центрального института осетрового хозяйства. Площадь мелководий составляет более 7 тыс. км², помимо этого около 5 тыс. находится под воздействием сгонно-нагонных процессов. Раньше береговая линия в этом районе была хорошо выражена, и море имело свои четкие границы. Теперь береговой террасы нет и при нагонных ветрах воды заливают прежнее дно моря, создавая большие дополнительные площади испарения. Мелководья безжизненны, биомасса бентоса обычно ниже 1 г/м². Отклонение их по линии от северного побережья п-ва Бузачи к Жилой косе южнее устья Эмбы даст ежегодную экономию на испарении около 10 км³.

Образно выражаясь, к моменту переброски стока северных рек в Волгу «дыры» Каспия должны быть заделаны. Иначе переброшенные с большим трудом воды северных рек будут бесцельно испаряться, не принося пользы морю. Таким образом, первая проблема сохранения уровня Каспия на современной отметке будет решена. Если наступит многоводный период, возможно небольшое повышение уровня.

Полезное действие пресных вод для жизни моря определяется не только их количеством и качеством, существенную роль играет и район включения речного стока в систему движения основных водных масс водоема, а также время их вступления. Если бы Волга впадала в северо-восточную мелководную зону Северного Каспия, то соленость его была бы, несомненно, ниже даже при меньшем стоке.

Из наших южных рек особенно удачным положением отличаются Дон и Урал. Воды их включаются в систе-

му течений в крайних восточных пунктах и проходят длинный путь через мелководные районы. Коэффициент полезного действия этих рек был всегда особенно высоким. На единицу объема стока эти реки «давали» рыбы в два-три раза больше, чем Волга. Сейчас, после перераспределения стока в дельте Волги и быстрого ухода вод в Средний Каспий коэффициент полезного действия волжских вод снизился. Поэтому один из очень важных вопросов водоустройства Каспия — смещение пресных вод к востоку и удлинение пути их движения через мелководные районы.

В значительной мере эту задачу решает вододеливатель, о котором уже говорилось выше. Сейчас через восточные рукава дельты проходит немногим больше 1/3 годового стока Волги, после ввода в действие вододеливателя сток через восточные рукава достигнет 2/3 годового стока.

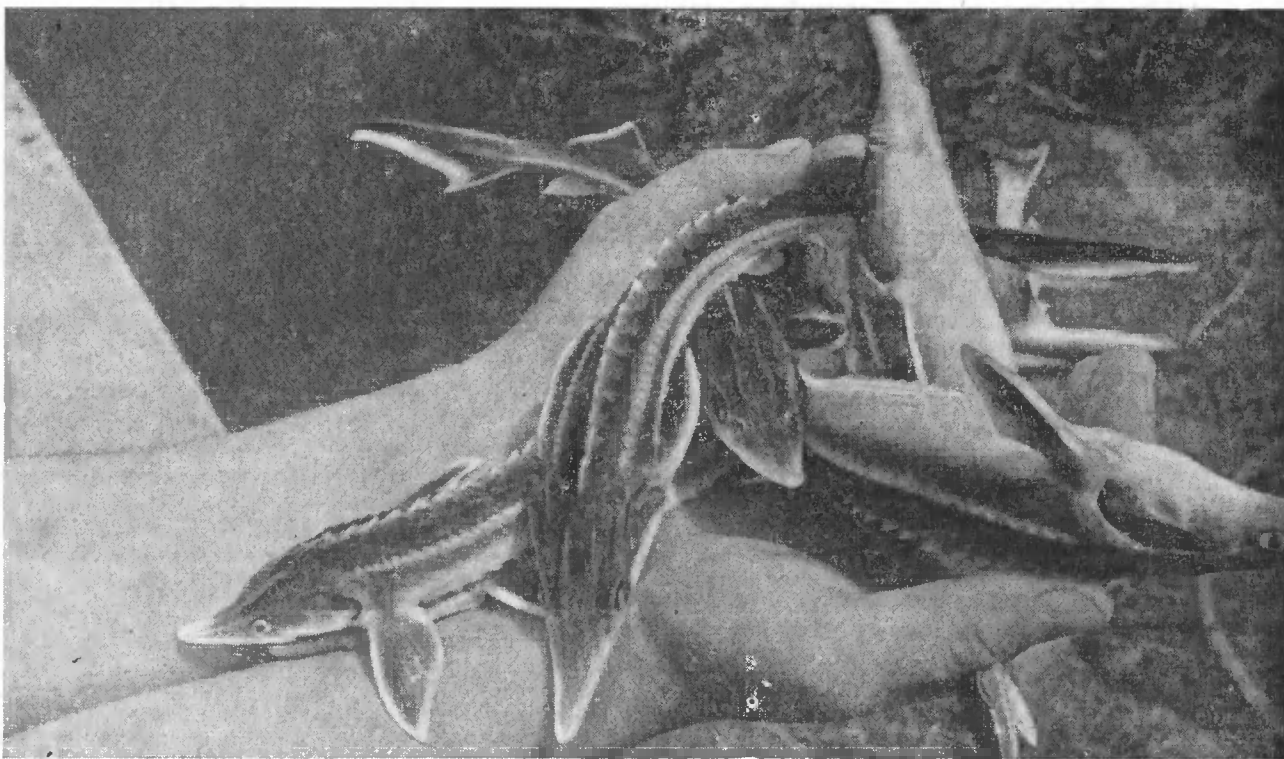
Для повышения биологической продуктивности восточной части Северного Каспия необходимо предусмотреть усиление питания р. Урал волжскими водами. Особенности водосборной площади (снеговое питание) определяют чрезвычайно резкие колебания годового стока Урала, который за период с 1912 г. по настоящее время колебался от 3,0 до 26,9 км³ в год.

Повышение стока Урала в маловодные годы — заветная мечта многих ихтиологов Каспия. Решение этой проблемы представляется реальным, хотя технически и достаточно сложным. Если мы зададимся целью повысить минимальный сток Урала до 10 км³ в год, то добавка по годам составит от нуля до 7 км³ в год, а в среднем около 3,5 км³ в год (с потерями на испарение и фильтрацию потребуется не более 4,5—5,0 км³ в год). Это составит около 2,5% волжского стока и будет малоощутимым для водного режима Волги. Воды же, взятые из Волги, проделают огромную «работу» — улучшат условия размножения осетровых в Урале, обводнят около 100 тыс. га нерестилищ в низовьях реки, повысят в приуральском районе кормовую базу рыб, предотвратят возможность проникновения соленых вод к дельте с востока. Пропедев путь в несколько сот километров по



Кизанский осетровый рыболоводный завод в дельте Волги. Пруды для выращивания молоди.

Фото М. С. Редькина



Молодь осетровых, выращенная на рыболоводном заводе.

Фото М. С. Редькина

мелководной зоне, волжские воды придут к дельте Волги с востока.

Увеличение стока Урала в сочетании с отклонением восточных мелководий обеспечат благоприятный солевой режим в восточной части Северного Каспия, необходимый для развития бентоса и использования его полупроходными и проходными рыбами.

Очень важно для жизни Каспия распределение речного стока в течение года. Большой сток нужен весной в начале вегетационного периода, значительно меньший — осенью для привлечения рыбных косяков в дельту. Повышенный, а тем более меняющийся сток в течение зимы наносит серьезный ущерб интересам рыбного хозяйства, поскольку на местах зимовки рыб меняются уровни и скорости течений, у производителей прекращается спячка, в поисках новых мест зимовки они сильно истощаются.

Воды северных рек будут прибывать в нижнее течение Волги с большим опозданием по сравнению с водами Волжского бассейна и не смогут улучшить условий половодья, но при стоке, продвигающемся с севера, объем которого будет известен уже в пути, можно будет более полно использовать воды водохранилищ.

Чтобы избежать колебаний стока зимой прежде всего необходимо перестроить работу Волгоградского гидроузла и снять пиковый режим этого гидроузла. В условиях современного энергетического баланса страны это вполне реально.

Важнейший элемент водного режима — биогенный сток. В какой-то мере он увеличится в будущем за счет перераспределения вод в дельте Волги в итоге использования вододелителя и переброски небольшой доли стока из Волги в Урал, но радикально решить этот вопрос можно только путем удобрения вод фосфатами промышленного производства.

Гидрохимик Каспийского института рыбного хозяйства Н. И. Винецкая — автор идеи удобрения вод Северного Каспия — определяет объем фосфатов, требуемых ежегодно для удобрения, в несколько тысяч тонн. Пока минеральные и органические удобрения применяются только в ры-

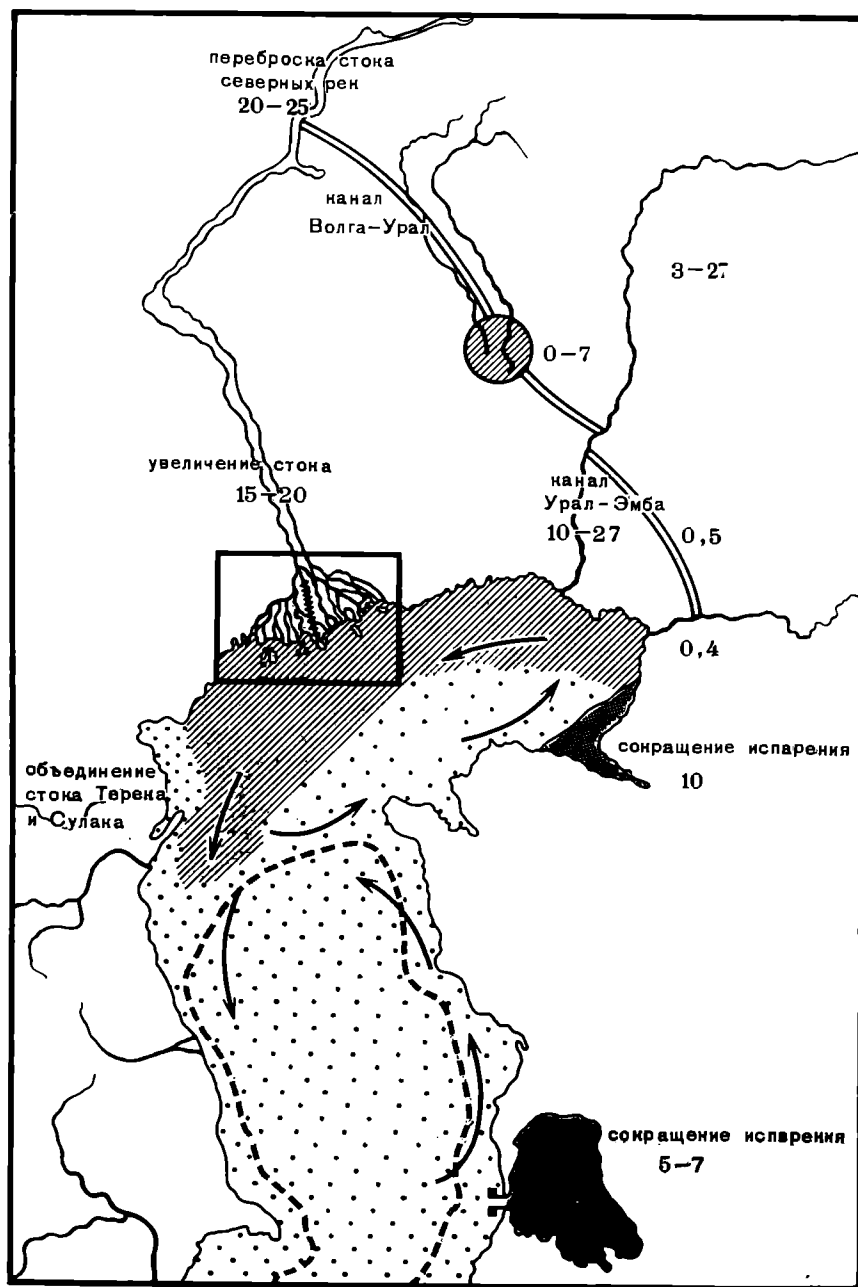
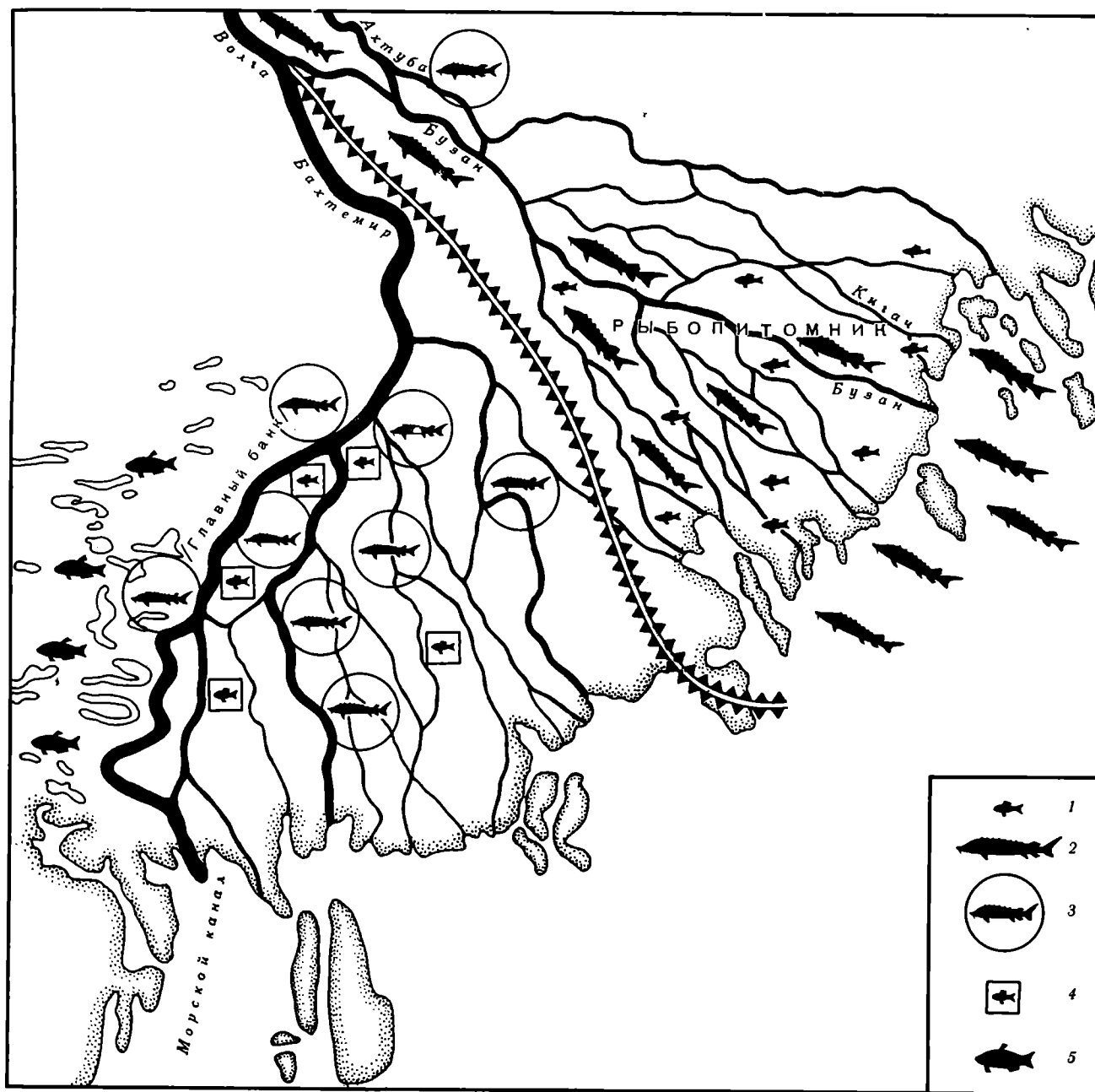
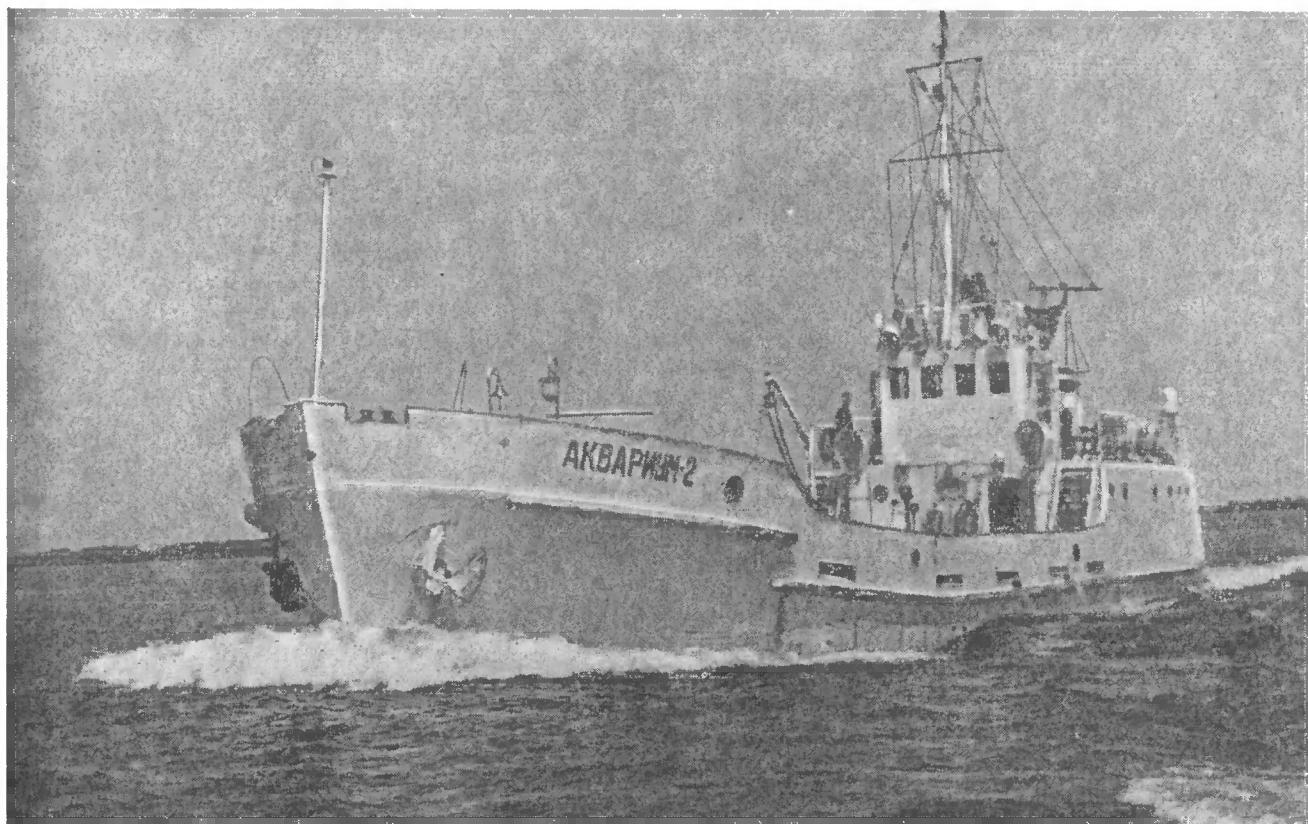


Схема большой рыбохозяйственной мелиорации Каспийского моря. В результате переброски 20—25 км³ воды из северных рек сток Волги восстанавливается до среднего многолетнего. Зарегулирование стока каспийских вод в Кара-Богаз-Гол и отклонение восточных мелководий уменьшит испарение моря на 15 км³ в год. Вододелитель сместит сток Волги к востоку. Переброска (в среднем в год) 3,0—3,5 км³ волжских вод в Урал и отклонение восточных мелководий создадут благоприятные условия солености в пределах всей восточной части Северного Каспия. Продуктивная зона Северного Каспия в итоге намечаемых мероприятий увеличится более чем в два раза. Около 0,5 км³ воды из Урала позволит восстановить Эмбу, воды которой сейчас не достигают моря. Объединение стока Терека и Сулака резко повысит продуктивность Аграханского и Кизлярского заливов. Объемы стока, испарения и т. д. указаны в км³. В рамке — схема водохозяйственного устройства в дельте Волги (см. следующий рис.).



Водоустройство и рыбное хозяйство в дельте Волги. В настоящее время через Бuzан и восточные рукава дельты проходит около $1/3$ годового стока Волги. После ввода в действие вододелителя сток распределится между западной и восточной дельтой поровну, а в период половодья по Бuzану будет проходить $2/3$ стока. Благоприятные условия размножения полупроходных рыб будут обеспечены даже в самые маловодные годы. Восточная часть дельты превращается в рыбопитомник с регулируемым водным режимом. Всякий промысел на всем пространстве восточной части дельты прекращается. Вошедшие в восточные рукава дельты осетровые беспрепятственно (по Бuzану) достигнут мест размножения в нижнем течении Волги. В западной части дельты интенсивность рыболовства повышается, но одновременно создается большое заводское рыбководство осетровых и размножение полупроходных рыб в нерестово-выростных хозяйствах.

Одновременно в западной части дельты развивается орошаемое земледелие, а в районе Восточных ильменей будут выращиваться багчевые культуры, а в самих ильменах организуются рыбхозы по выращиванию карпа. 1 — естественный нерест воблы, леща, судака, сазана; 2 — путь осетровых через восточную часть дельты в обход вододелителя; 3 — осетровые рыбководные заводы; 4 — нерестово-выростные хозяйства; 5 — товарные рыбхозы.



Специальные суда-аквариумы перевозят осетрят с рыбоводных заводов в море, на места нагула.

Фото М. С. Редькина

боводных прудах, поэтому многие сомневаются в реальности такого предложения. Технология удобрения больших водоемов пока не разработана, но правильность идеи и актуальность этой задачи не может вызывать каких-либо сомнений.

Жизнь в морях и океане богата там, где поверхностный слой вод, в котором происходят процессы фотосинтеза, обогащается биогенными солями и прежде всего фосфатами. Механизм этого обогащения разный, в одних случаях, как в Северном Каспии и Азовском море, фосфаты приносятся с речным стоком, у берегов Перу и Юго-Западной Африки они поднимаются со дна в результате действия пассатных ветров, сгоняющих поверхностный слой прибрежных районов и поднимающих глубинные воды, богатые биогенными элементами. В северных широтах вертикальный обмен вод достигается перемешиванием при охлаждении поверхностного слоя зи-

мой, на мелководьях подъему биогенных солей способствует волновое перемешивание.

Механизм подачи биогенных солей в Каспий с водами Волги в результате зарегулирования стока стал менее эффективным—фосфатов не хватает. Почему этот механизм не может быть дополнен системой, продуманной и разработанной человеком?

Удобрение вод Северного Каспия требует: выбора состава удобрений (желательно применение хорошо растворимых солей фосфора); определения сроков вноса удобрений (очевидно, вносить их надо с начала вегетационного периода, как это делается в сельском хозяйстве); выбор места внесения удобрений (тут могут быть два варианта—либо удобрение участков моря, либо же речных вод при их прохождении через дельту). Нам представляется более желательным второй вариант. При удобрении вод на пути к морю последовательно бу-

дут проходить обогащение биогенными солями зоны разливов, районов опреснения, прилегающих к дельте, районов солонатоводного комплекса и, наконец, самого моря.

Весьма заманчиво такие эксперименты большого масштаба осуществить в восточном рукаве Волги—Бузане после ввода в действие водodelителя. Принимая во внимание расчетный сток Бузана около 9000 м³/сек и недостаток фосфатов в количестве около 15—20 мг на 1 м³, в русло Бузана нужно вводить около 200 г удобрений в секунду, или 15 т в сутки, в течение 2,5—3 месяцев.

Начальное разбавление фосфатов до степени, исключаяющей токсическое действие их на гидробионтов, не представляет собой сложной технической проблемы, а дальнейшее разбавление раствора в воде будет происходить в итоге турбулентного перемешивания вод реки.

Таким образом, технология удобре-

ния, состав солей, время их включения в речной сток будут приближаться к естественным. Трудно допустить, что природа откажется от подобного «вмешательства» и в ответ на полезный вклад человека не отплатит повышением своей продукции.

Создание водного режима, отвечающего требованиям продуцирующей экосистемы, — важнейшее условие восстановления продуктивности Каспия. Но не меньшее значение будет иметь переход к управляемому рыбному хозяйству, при котором рыбное население водоема, его качественный состав, численность и биомасса должны соответствовать кормовым возможностям водоема. Нахождение оптимального соотношения между величиной кормовых ресурсов и их потребителями должно соответствовать главному принципу — наиболее полному использованию кормов в водоеме.

Это условие требует набора видов рыб, потребителей корма, многовозрастной структуры популяций и высокой численности наиболее важных видов, участвующих в формировании хозяйственно ценной продукции.

Регулируемый режим половодья в дельте Волги — только первый шаг повышения эффективности естественного размножения. Большой эффект принесет мелиорация нерестилищ, подбор растительности для повышения «емкости» нерестилищ, сооружение системы спускных каналов, очистка рукавов дельты и т. д.

Вся молодь, выросшая на полях, должна скатиться в море для дальнейшего роста и развития.

Запасы леща и судака должны быть увеличены также за счет нерестово-выростных хозяйств — следующей более совершенной формы управляемого воспроизводства. В нерестово-выростных хозяйствах при управляемом водном режиме решаются количественная и качественная стороны нерестовой популяции, а также время выпуска молоди и т. д.

Большие возможности кроются в промышленном рыбоводстве осетровых. Вначале выпускались в реку личинки осетровых, но уже 10—15 лет выпускается подросшая молодь, однако до сего времени не решен вопрос, что выгоднее выпускать — 1 млн

экземпляров молоди весом 1 г или 100 тыс. молоди весом 5 г. Мелкую молодь осетровых поедают иногда даже вполне мирные рыбы, вроде густеры и бычков. Чем крупнее молодь, тем меньше у нее врагов, но вырастить ее в прудах труднее.

Мы повысили продуктивность кормовой базы Каспийского моря, но временный запас осетровых пока еще не способен использовать созданные нами кормовые ресурсы. Такой большой кормовой базы осетровые Каспия никогда не имели, поскольку местная (автохтонная) фауна бентоса была значительно беднее.

Создавшееся несоответствие между кормовыми ресурсами водоема и современной величиной запаса осетровых нужно ликвидировать как можно скорее. Богатые морские пастбища Каспия не должны пропадать зря.

Если еще 10—15 лет назад многие полагали, что осетровые — это древние, вымирающие рыбы, не способные конкурировать с костистыми, то сейчас уже нет сомнений, что осетровые обладают огромным жизненным потенциалом. Пережив своих современников, они отлично приспособились к жизни в наше время. Ведь далеко не случайно современный улов осетровых в Каспии составляет половину улова начала нашего столетия, в то время, как улов воблы, леща, судака уменьшился за это же время более чем в 10 раз.

Начало созданию осетрового хозяйства на Каспии положено. Фундаментально решен вопрос о кормовой базе для них. Разработана биотехника их промышленного разведения, обеспечивающая выпуск жизнестойкой молоди. В результате рационального использования запасов осетровых улов их за период с 1946 г. по настоящее время увеличился с 40 до 180 тыс. ц. Состояние формирующегося запаса молоди позволяет надеяться, что улов их в ближайшие годы можно будет еще увеличить.

Но впереди огромная работа. Нужно поднять запас осетровых до уровня существующей кормовой базы. Осетровые должны стать основным промысловым объектом Каспийского моря. В этом единодушны все ученые, которым близок и дорог Каспий. Но было бы неправильно считать, что

создание осетрового хозяйства исключает возможность большого увеличения запаса воблы, леща, судака и других рыб, справедливо пользующихся успехом у покупателей. Важной промысловой рыбой должна стать и белорыбца.

Успехи в создании на Каспийском море управляемого рыбного хозяйства пока еще невелики, но было бы неправильно не замечать их.

Фундамент разумного использования биологических ресурсов Каспия закладывается и это вселяет уверенность в будущих его масштабах.

Многие думают, что развитию рыбного хозяйства во внутренних водоемах будет мешать загрязненность вод. Это, безусловно, серьезный фактор, но уже приняты и принимаются еще более действенные меры по борьбе с загрязнением морей, и Каспия в частности.

Биологические ресурсы Каспия — большое национальное достояние страны. Исследователь наших морей Н. М. Книпович писал: «Среди всех промысловых вод нашего громадного отечества Каспийское море с его реками занимает в настоящее время первое место. Использовать как можно лучше эти громадные народные богатства, развить, улучшить и сохранить промыслы на благо народа не только теперь, но и в будущем, — это такие задачи, к которым не может относиться равнодушно тот, кто действительно любит свою родину и свой народ»¹.

Основные положения схемы водного режима Каспия, которые должны удовлетворить интересы рыбного хозяйства при комплексном использовании водных ресурсов всего бассейна, в центре внимания Института водных проблем АН СССР. На предстоящих этапах работ очень важно объединить усилия академических и отраслевых институтов, привлечь к решению проблемы ученых разных профилей, которые внесут свой вклад в общее дело сохранения и умножения биологических ресурсов Каспия.

УДК 577.472

¹ Н. М. Книпович. Каспийское море и его промыслы. 1923.

Биологическая сварка и резка тканей

Профессор В. А. Поляков
Член-корреспондент АН СССР Г. А. Николаев
Академик АМН СССР М. В. Волков



Валентин Александрович Поляков, доктор медицинских наук, заведующий кафедрой травматологии Центрального института усовершенствования врачей Министерства здравоохранения СССР. Автор ряда изобретений в области ультразвуковой хирургии.



Георгий Александрович Николаев, ректор Московского высшего технического училища (МВТУ), специалист в области физико-химии и технологии неорганических материалов. Один из создателей новых методов применения ультразвука в медицине, а также народном хозяйстве.



Мстислав Васильевич Волков, профессор, доктор медицинских наук, директор ЦИТО. Специалист в области травматологии и ортопедии. Один из создателей клинического метода биологической сварки и резки тканей.

Современные проблемы оперативного лечения

Хирургия бурно развивается в последние годы, завоевывает все новые и новые области. Специалисты теперь вторгаются в любые отделы мозга; пересаживают сердца и почки; восстанавливают суставы, трансплантируют кости, сосуды и нервы. Но в своих классических приемах хирурги продолжают пользоваться теми методами рассечения и соединения тканей, которые насчитывают сотни лет своей истории. Меняются материалы, из которых изготавливались ножи, кусачки, пилы, иглы; изменялись их формы; менялся материал для швов и скреплений,— однако принципы разделения тканей и методы восстановления их непрерывности оставались в хирургии неизменными.

А между тем они были совсем не безупречными. Нож для рассечения мягких тканей быстро тупится; он мнет ткани, плохо выделяет рубцы, вызывает сильное кровотечение при резке паренхиматозных органов. Принятые в хирургии способы разделения костей нередко приводят к образованию трещин, отломков, сколов, неровностей и т. п. Эти осложнения случаются даже у опытных хирургов, хорошо владеющих техникой и инструментарием. Как бы ни был осторожен и бдителен хирург, работа долотом при трепанации черепа уже по своим техническим условиям не может не вызывать нареканий хотя бы из-за неизбежного стука, всегда вызывающего отрицательную реакцию у оперируемого. Использование костных кусачек и щипцов довольно трудоемко; оно требует значительных

За работы, о которых рассказывается в публикуемой статье, авторы удостоены Государственной премии СССР 1972 г.

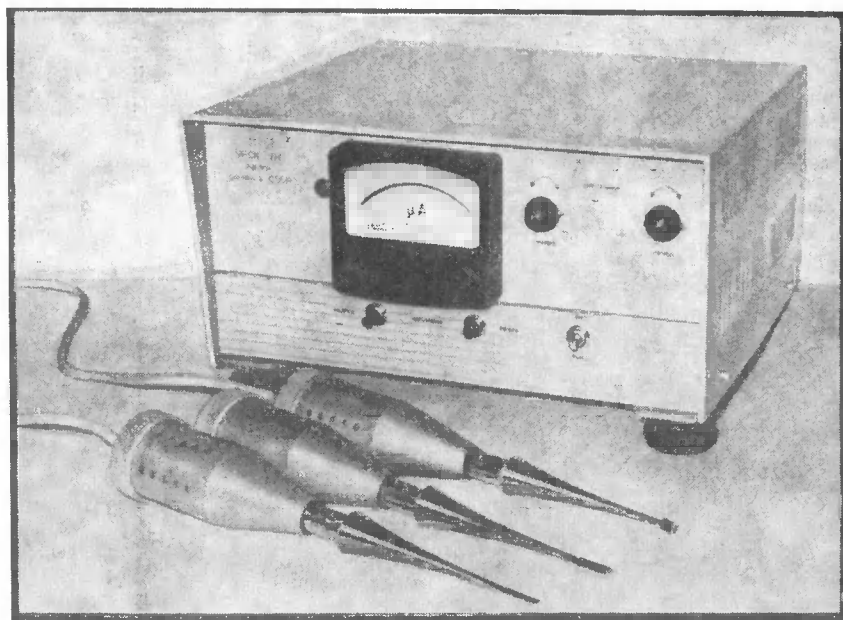
физических усилий, лишних затрат времени. Сложно отпилить необходимый участок кости, если предпочтителен маленький разрез,—на лице или в глубине узкой, но длинной раны. В некоторых областях хирургии рассечение костей выросло в сложную проблему — например, распиливание грудины при торакальных операциях.

При оперировании в глубине тазобедренного сустава, резекциях костей таза, выпиливании различных костных трансплантатов трудно бывает развернуться с обычно употребляемой пилой. Применение же циркулярных пил, несмотря на их определенные преимущества, также не свободно от ряда осложнений — резкого шума, разбрызгивания крови и опилок, значительного перегрева костей и т. п. Также несовершенны и современные способы соединения кожи, мышц, сухожилий, сосудов, расчлененных органов и костей.

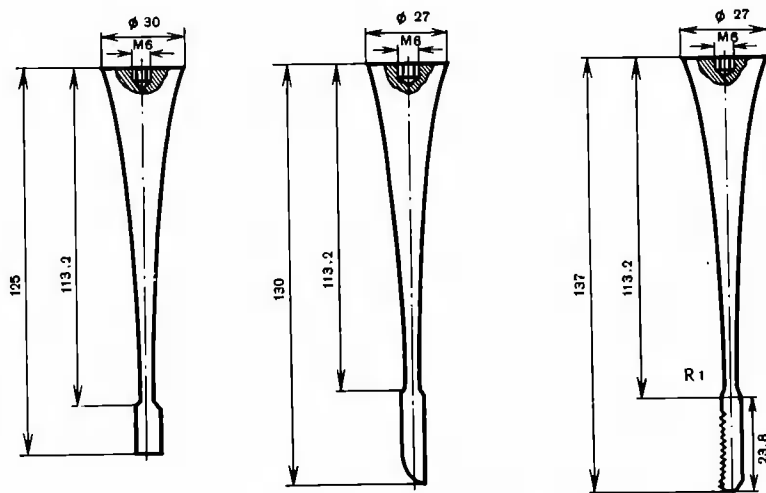
Известно, что во всем мире, к сожалению, неуклонно растет количество разнообразных повреждений. Особенно растет число травм на дорогах из-за различных автомобильных аварий и происшествий. Очень часто при этих повреждениях происходят переломы костей. Проблема лечения переломов костей является сегодня одной из актуальнейших в хирургии и травматологии.

В настоящее время установлено, что консервативные методы лечения переломов костей и повреждений суставов в целом ряде случаев дают худшие результаты, чем лечение хирургическое, оперативное. Разнообразные способы современного остеосинтеза, при строго определенных показаниях, имеют объективно доказанные преимущества перед консервативными методами лечения.

Консервативные методы лечения переломов костей часто связаны с длительным вынужденным положением больного в постели, со всеми возможными и вытекающими из этого сердечно-сосудистыми и дыхательными осложнениями. Может развиться недостаточность кишечника, нарушения функции почек, детренированность больного, общее расстройство трофики и тонуса его тканей и органов. Все это становится



Общий вид ультразвуковой установки УРСК-7Н с акустическими узлами.



Хирургические волноводы для сварки (с л е в а), резки мягких (в ц е н т р е) и костных (с п р а в а) тканей.

особенно реальным и опасным, если пострадавший уже немолод.

Не следует забывать и о том, что соединение сломанных фрагментов костей и их удержание консервативными способами может оказаться неудовлетворительным, несмотря на добросовестность и достаточно высокую квалификацию врача.

Поэтому хирурги и травматологи различных стран мира после второй

мировой войны так решительно перешли к оперативным методам лечения переломов костей. Применение хирургических методов уменьшило время пребывания пострадавших в больницах, ускорило их возвращение к труду. Но, конечно, и сами хирургические методы лечения не свободны от ряда опасностей и осложнений.

При операциях скрепления сломан-



Искривление голени при врожденной локкости костей у мальчика 10 лет (слева); исправление деформаций ультразвуковой пилой и сваркой с помощью гомотрансплантата (посередине); выпрямленные кости голени через год после операции (справа).

ных костей используются металлические штифты, пластинки, винты, гвозди, болты, проволока и т. п. Введение в кости и мягкие ткани металлических конструкций не безразлично для организма, не совсем безвредно для тканей, соприкасающихся с этими изделиями. Металлический остеосинтез требует обязательного производства вторичной операции извлечения скрепляющих конструкций.

Не менее важна и следующая проблема — заполнение различных дефектов в костях, в особенности восстановление иссеченных при операции сегментов костей и их суставных концов, пострадавших в результате травмы или пораженных опухолью, гнойно-некротическим процессом или какой-либо другой болезнью.

Применяемые ныне консервированные гомотрансплантаты костей различных форм и размеров имеют много достоинств. Однако они требуют особых условий для их извлечения и консервации; они малопластичны, плохо прилегают к восприимчивому ложу; их нужно фиксировать различными приспособлениями или металлическими конструкциями. Очень часто бывает трудно получить

такой костный трансплантат, чтобы он соответствовал и стороне повреждения, и нужным размерам, и форме дефекта или бывшего сустава. Особенные препятствия возникают при необходимости иметь трансплантат суставного конца для ребенка, так как по целому ряду понятных причин возможности получения нужных для этого гомотрансплантатов резко ограничены.

Для решения всех этих задач мы и применили ультразвуковые хирургические методы.

Что такое ультразвуковая хирургия

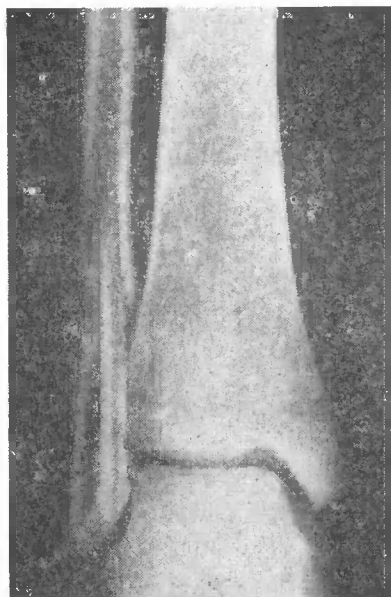
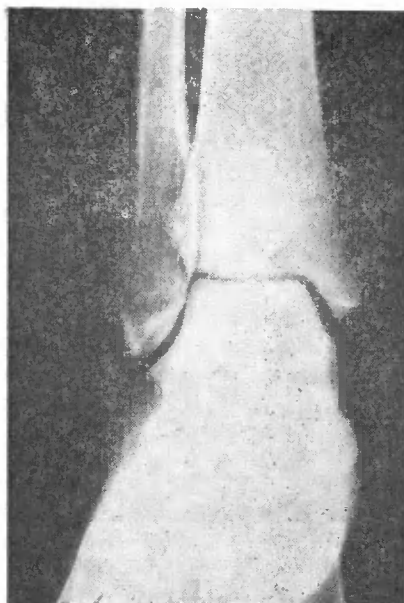
Ультразвуковая хирургия начала развиваться с 1964 г., когда сотрудниками Центрального института усовершенствования врачей и Московского высшего технического училища им. Баумана (В. А. Поляков, Г. А. Николаев, Г. Г. Чемянов и В. И. Ложилов) были открыты свойства ультразвуковых колебаний резать и соединять («сваривать») костные ткани. В клинической разработке метода принял участие М. В. Волков.

В основе ультразвуковых хирургических методов лежит воздействие на живые биологические ткани особых механических колебаний. Электрические колебания, возбужденные ультразвуковым генератором, акустическими узлами преобразуются в колебания механические. Преобразователи, выполненные из различных материалов, передают их специальным инструментам — волноводам. Волноводы на своих концах имеют сменные рабочие приспособления для резки мягких и костных тканей, а также для соединения («сварки») костей.

При резонансе амплитуда колебаний рабочей части волноводов достигает нескольких десятков микрон. Ультразвуковыми колебаниями производится резка мягких и костных тканей. Для этого применяются волноводы двух типов — ультразвуковые ножи и пилы.

Производительность резки зависит от формы и длины ножа, конфигурации зубцов пилы, шага насечки, давления на инструмент в процессе резания и скорости перемещения волновода.

При резке живых биологических тканей используются ультразвуковые



Гигантоклеточная опухоль малоберцовой кости (слева). Результат через год после резекции ультразвуковой пилой и сварки по типу «вязанка хвороста» (справа).

колебания с амплитудой в 80 мк. Температура в зоне воздействия волновода достигает 50—170°. Температуру эту можно несколько снизить.

Анализ механизма ультразвуковой резки костной ткани с помощью скоростной киносъемки (частота — около 500 тыс. кадров в сек.) позволил установить, что при этом происходит малотравматичное выбиравание зубцами ультразвуковой пилы частиц кости размерами 40—100 мк.

При ультразвуковой резке отсутствуют все те побочные повреждения костей, которые наблюдаются после механического разделения их долотами, пилами, щипцами. Нет трещин, сколов, раздавливания; поверхность разреза получается ровной и гладкой. Для резки необходимы весьма незначительные физические усилия хирурга: ультразвуковая пила позволяет снизить прикладываемые рукою усилия почти в 10 раз по сравнению с обычными хирургическими пилами.

Заменяя на волноводе ультразвуковой нож или пилу специальной «сварной лопаткой», можно производить соединение («сварку») костей.

Ультразвуковая сварка костей применялась нами для соединения фраг-

ментов различных костей после переломов, остеотомий и резекций, для фиксации трансплантатов и заполнения дефектов в костях после удаления опухолей и гнойно-некротических очагов, при операциях по поводу ложных суставов и при артропластике.

Сварка состоит в том, что ультразвуковые колебания подводятся волноводом к месту соединения костей. Ультразвуковые колебания, доходя до раздела двух костей, воздействуют на коллаген (основной структурный белок костной ткани) белковой матрицы костной ткани. В результате этого коллагеновая строма кости сваривается, обеспечивая остеосинтез. Сварка производится с помощью припоя. В качестве припоя мы использовали различные жидкие безвредные пластмассы, чаще всего циакрин.

Циакрин был изготовлен в 1963 г. А. М. Поляковой и О. В. Смирновой. Циакрин стерилен и нетоксичен. Введенный в живой организм, он постепенно рассасывается.

Ультразвуковое воздействие ускоряет полимеризацию циакрина в десятки раз; «прозвученный» циакрин

проникает в костную ткань, диффундируя в нее на 40—150—200 мк, в зависимости от различных режимов сварки. В результате физико-механического воздействия ультразвуковых колебаний в зоне соединения костной ткани происходит повышение температуры до 50—70°С, продолжающееся 3—4 сек. Взаимодействие указанных факторов определяет процесс ультразвуковой сварки костей, который аналогичен хорошо известной в технике холодной сварке металлов. Прочность сварного соединения костей оказалась достаточно высокой — оно колеблется в пределах 320—580 кг/см².

Эксперименты на животных

Прежде чем перейти к применению ультразвуковых хирургических методов в клинической практике, на людях, мы подвергли их тщательной, всесторонней и длительной проверке на экспериментальных животных.

В ультразвуковой лаборатории кафедры Травматологии Центрального института усовершенствования врачей были поставлены опыты более чем на 600 животных. Испытаны различные методы рассечения мягких и костных тканей, разные способы ультразвуковой сварки костей. Наблюдение за животными, их поведением, температурой, весом, аппетитом, картиной периферической крови, функциями нервной системы, эндокринных желез и внутренних органов не выявило какого-либо вредного влияния ультразвукового воздействия на биологические системы экспериментальных объектов.

Гистологическое изучение рассеченных мягких тканей и клиническое наблюдение показало, что ультразвуковой нож не прижигает и не повреждает рассекатье структуры. Заживление ран мягких тканей происходит в обычные сроки, проходя через классические фазы репаративной регенерации.

Еще более успешными оказались опыты по ультразвуковому рассечению костей. Рентгенологический контроль и гистологическое исследование препаратов костей после резки дали возможность установить, что ультразвуковое рассечение не оказывает

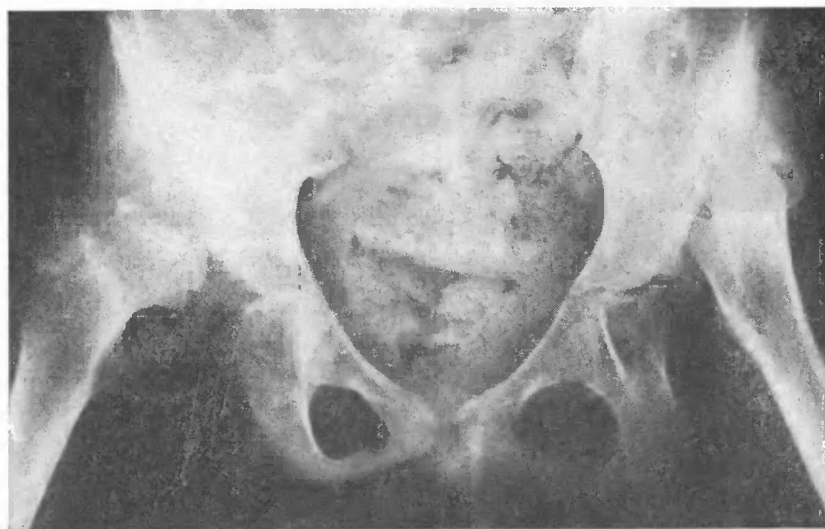
вредного повреждающего действия на ткани. Образование костной мозоли, перестройка костных трансплантатов происходят нормально, и регенеративные процессы ничем не отличаются от обычных.

Эксперименты по ультразвуковой сварке костей были различными. Изучались возможности соединения костей стык в стык; сварка трансплантатов с воспринимающим ложем; создание сварного костного конгломерата для заполнения того или иного дефекта в костях, как на протяжении диафиза кости, так и на суставном ее конце.

Опыты показали, что ультразвуковая сварка не повреждает кости. Первые признаки костной мозоли, которая постепенно прорастает «сварочный шов», появляется в нормальные сроки. Припой медленно и бесследно рассасывается. Созданный сварной костный конгломерат замещается вновь образованной костной тканью. Процесс этот растянут во времени, но вращение естественной молодой костной ткани животного в искусственную сварную кость происходит по тем же законам, по которым идет перестройка любого пересаженного костного гомотрансплантата. Формирование костной мозоли и врастающей костной ткани претерпевает присущие им стадии, и восстановленная костная ткань по морфологическим признакам ничем не отличается от нормальной.

В каких случаях применяется ультразвук

Удостоверившись в безопасности, биологической целесообразности и рациональности ультразвуковых методов рассечения и соединения живых биологических тканей, мы перенесли их в клиническую практику. Первые ультразвуковые операции на людях были сделаны 5 лет назад в клинике травматологии Центрального института усовершенствования врачей на базе больницы № 50. В настоящее время ультразвуковые операции производятся, кроме этой клиники, в Центральном институте травматологии и ортопедии (М. В. Волков) и в Научно-исследовательском институте клинической и экспериментальной хирургии (Б. В. Петровский, В. И. Петров).



Создание костных «навесов» с помощью ультразвуковой сварки при врожденном вывихе бедра.

Сегодня мы располагаем опытом более чем 800 операций на людях.

В травматологии мы использовали ультразвуковую резку мягких и костных тканей, а также сварку костей при 610 операциях — трепанаций черепа, резекций костей, остеосинтезов, различных восстановительных операций после травмы и всевозможных осложнений при повреждениях. С помощью ультразвуковой сварки было произведено соединение костей при переломах ключицы, локтевых отростков, костей предплечья и голени, переломах надколенников. Применялась ультразвуковая сварка при заполнении дефектов в костях после удаления опухолей, остеомиелитических очагов, для фиксации костных трансплантатов при пластике ложных суставов ключицы, лучевой и локтевой костей, плеча и большой берцовой кости. Методика операций состояла в следующем: ультразвуковым ножом рассекались мягкие ткани и открывался доступ к сломанным костям. Отломки под контролем глаза устанавливались в правильном положении. На них наносился тонкий слой припоя, щели заполнялись мелкой костной щебенкой. Лопаткой ультразвукового волновода сломанные фрагменты костей соединялись («сваривались») вместе.

При операциях по поводу ложных

суставов иссекались рубцы и фиброзная ткань между отломками. Ультразвуковой пилой основным фрагментам костей придавалась наиболее рациональная форма. Выпиливался ауто-трансплантат, который затем укладывался в подготовленное ложе, соединяя основные отломки несросшихся костей. Этот трансплантат фиксировался ультразвуковой сваркой. При особых показаниях применялся комбинированный способ фиксации трансплантатов, в котором ультразвуковая сварка являлась как бы завершающим этапом.

При дефектах в костях производилось воссоздание костной ткани из костной щебенки. Щебенка изготавливалась или из консервированных гомотрансплантатов, или из кусочков свободных костей больного. В этих случаях полость в кости или дефект в ней смачивался небольшим количеством жидкого припоя и заполнялся мелкой костной щебенкой из ауто-, гомокости или их смеси.

Ультразвуковым волноводом щебенка сваривалась в единый костный конгломерат, которому придавалась нужная форма. В этом сварном конгломерате уже нельзя было отличить отдельных частиц щебенки — он представлял собой сплошную массу, вновь созданной искусственной костной ткани. Этот костный конгломерат

в дальнейшем подвергался постепенной перестройке и замещался собственной костной тканью больного.

В ортопедии ультразвуковые хирургические методы применялись при различных патологических состояниях более чем в 200 случаях.

Основными заболеваниями, при которых использовалась ультразвуковая пила, были доброкачественные опухоли костей, фиброзная остеодисплазия, экзостозная хондродисплазия, деформации костей после рахита, несовершенного костеобразования, врожденный вывих бедра, остеомиелит. Ультразвуковой пилой производились поперечные, угловые, косые и фигурные разрезы костей.

Ультразвуковая сварка применялась для соединения костей после различных остеотомий, для заполнения дефектов в костях после удаления опухолей.

Клинические наблюдения показали, что ультразвуковое соединение костей прочно фиксирует фрагменты, не препятствует активному развитию костной мозоли, обеспечивает восстановление костной ткани при ее дефектах.

Б. П. Петровским и В. И. Петровым были использованы ультразвуковые методы в грудной хирургии при 178 операциях. Они применялись при хирургических вмешательствах на сердце, грудной стенке, плевре и легком.

Особенно эффективно ультразвуковое рассечение грудины, не требующее особых физических усилий, отличающееся мягкостью воздействия на ткани и дающее ровный и гладкий опил. Применялась и сварка грудины как заключительный этап операции, обеспечивающая достаточный герметизм и хорошее срастание рассеченных половин грудины.

Ультразвуковые хирургические операции требуют для своего производства мало времени. Рассечение мягких тканей и распиливание костей происходит за 2—4 мин.; сварка костей занимает 1—3 мин. Таким образом, длительность ультразвукового воздействия на ткани больного оказывается минимальной.

Ультразвуковые колебания не передаются воздушной средой и поэтому не производят какого-либо воздействия на организм оперируемых и на

хирурга. Что касается местного действия ультразвуковых колебаний, то они не могут быть отнесены к поражающим агентам, так как очень быстро и локально поглощаются. Специальные эксперименты, поставленные инженерами, показали, что уже на расстоянии 7 мм от места крепления датчика величина амплитуды ультразвуковых колебаний была незначительна. Нагревание тканей также не успевает оказать вредного влияния на больного, так как продолжается только несколько секунд и распространяется на 2—3 мм.

Следовательно, непродолжительное местное воздействие ультразвука в указанных пределах полностью поглощается тканями и не приводит к каким-либо общим и местным патологическим изменениям. Заживление ран после сварки и резки происходит без осложнений, а регенерация костной ткани совершается нормально, не нарушая классических фаз репаративного восстановления.

Перспективы нового метода и противопоказания к нему

Как и всякий другой хирургический метод, ультразвуковая резка и сварка живых биологических тканей имеют к применению свои показания и свои противопоказания. Они не свободны от некоторых осложнений, и ими можно пользоваться только в обособленных, или, как говорят хирурги, в показанных случаях.

Ультразвуковая резка мягких тканей весьма целесообразна в восстановительной хирургии, при операциях, сопровождающихся выделением и иссечением рубцов, при работе в воспаленных и инфицированных тканях, при рассечении внутренних, паренхиматозных органов.

Ультразвуковая резка костей отличается особой мягкостью и нежесткостью. Она дает возможность рассекать кости в труднодоступных местах, обеспечивает малотравматичное иссечение костной опухоли или гнойно-воспалительного очага. Ультразвуковая пила значительно облегчает подходы при операциях на головном

мозгу, на сердце и легких, так как лучше любого другого инструмента рассекает кости черепа, грудины, ребра и т. д.

Сварка костей ультразвуком приводит к быстрому и достаточно прочному соединению сломанных или рассеченных костей. При этом способе в тканях оперируемого не оставляются какие-либо металлические фиксаторы, которые потом пришлось бы удалять. Ультразвуковое соединение костей дает возможность приварить трансплантат при различных костно-пластических операциях. Пользуясь ультразвуковой сваркой, можно заполнить дефект в костной ткани, образовавшийся после переломов, удаления опухолей или остеомиелитических очагов.

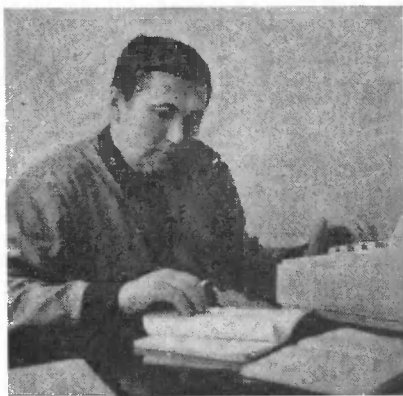
Образующийся сварной конгломерат подвергается перестройке, постепенно замещаясь собственной костной тканью больного. Ультразвуковые хирургические методы являются принципиально новыми средствами воздействия на ткани. Они дают возможность изменить обычную хирургическую технику основных приемов разъединения и соединения живых биологических тканей. Ультразвуковая аппаратура и инструментарий нуждаются еще в дальнейшем усовершенствовании; нужно продолжать улучшать и методы ультразвукового воздействия на ткани.

Но уже теперь ультразвуковая резка и сварка заслуживают осторожного внедрения в различные специализированные разделы хирургии — онкологию, нейрохирургию, стоматологию, хирургию глаз, урологию, хирургию сердца, легких, печени, желудка, почек. Весьма перспективно применение ультразвуковых волноводов в хирургии кровеносных сосудов и эндокринных желез.

Ультразвуковая хирургия способна в ближайшем будущем изменить многие оперативные вмешательства, делая доступными те манипуляции, которые совсем недавно считались невозможными, — воссоздание костной ткани, сварка трансплантатов, освобождение артерий от атероматозных наложений, закупоривающих их просветы.

Парадоксы мелиорации Белорусского Полесья

В. Н. Киселев
Кандидат географических наук



Виктор Никифорович Киселев, старший научный сотрудник лаборатории охраны природы Центрального ботанического сада АН БССР, руководитель ландшафтной группы, ученый секретарь секции «Ландшафты Полесья» Научного совета по проблемам Полесья. Работает над вопросами, связанными с мелиорацией Белорусского Полесья и динамикой его природы.

На границе Белоруссии и Украины расположена обширная, залесенная, песчано-болотистая равнина, известная под названием Припятского Полесья. Северная часть ее, площадью около 6 млн га, входящая в состав Белоруссии, называется Белорусским Полесьем. Полесье всегда представлялось краем болот и лесов. «Однообразно плоский рельеф; обыкновенно песчаные, одетые хвойным лесом и часто насыщенные влагой почвы; бесчисленные реки, речки и протоки в низких, извилистых и нередко болотистых берегах; множество озер, то сообщающихся с текучими водами, то стока не имеющими; огромные, порою в несколько тысяч квадратных верст болота, захватывающие не только речные берега, но и плоские водоразделы... вот характерные черты природы Полесья, оправдывающие выделение этого края под особым названием, в самостоятельный, отличный от остальной России район», — так исчерпывающе описал ландшафт Полесья известный географ Г. И. Танфильев в 1895 г.¹

Эти захватывающие воображение «тысячи квадратных верст» болот и предопределили осушительные работы в последней четверти XIX в. К настоящему времени значительная часть земель Белорусского Полесья осушена. Результаты осушения заставляют призадуматься, хотя вопрос о возможных последствиях осушительных мелиораций не нов. Осушение пинских болот еще в прошлом веке возбудило страстную полемику. Мно-

гие ученые считали, что оно вредно¹, причем дискуссии о последствиях осушения Полесья возникали и возникают не тогда, когда начинаются осушительные работы (в их необходимости никто не сомневается), а после получения значительного продукта с уже осушенных земель. Однако, говоря об отрицательных последствиях осушения, не следует забывать, что мелиорация вызвала подъем и процветание некогда нищего края.

Воздействие человека на природу Полесья

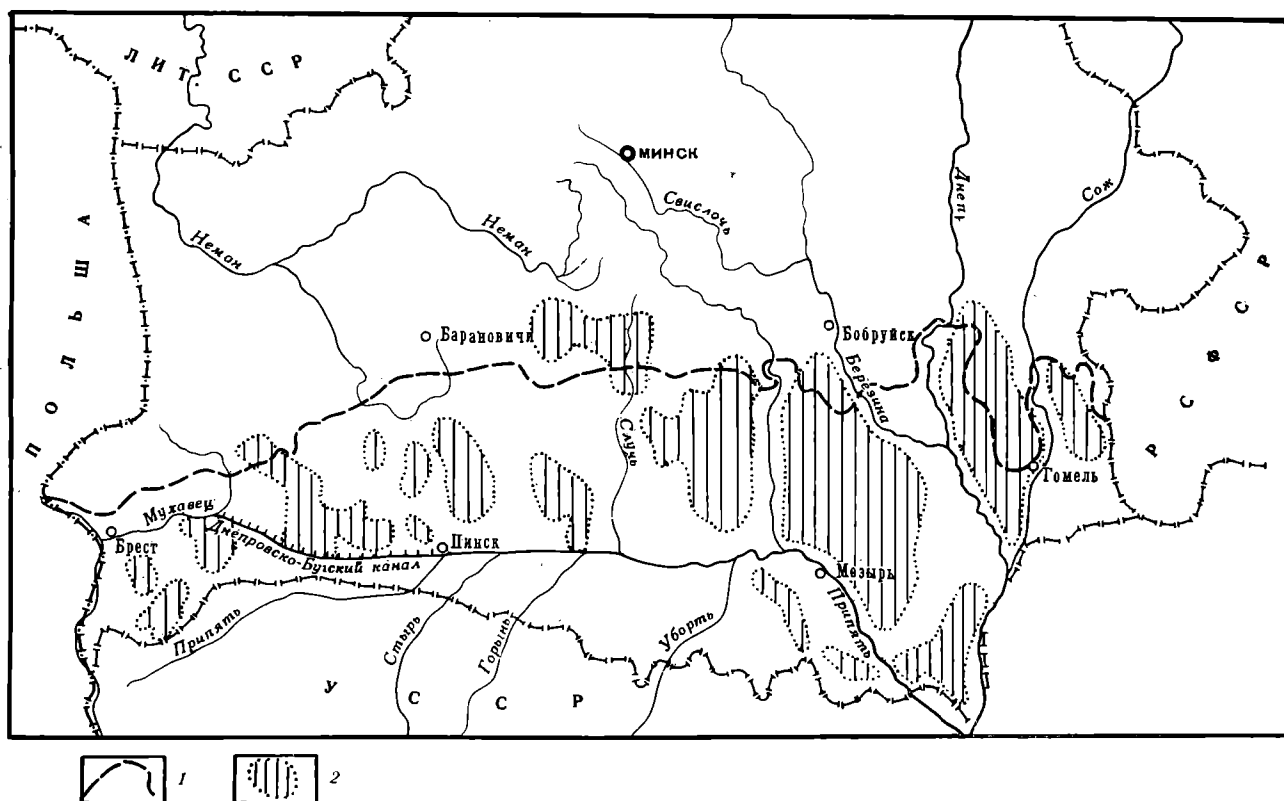
Отрицательное воздействие человека на природу Полесья проявилось давно. А в 1863 г. по распоряжению царского правительства на больших площадях были вырублены непроходимые лесные полесские массивы, чтобы не дать возможности польским повстанцам укрыться от преследований. Как подчеркивал И. Столпянский, из лесов этого края уже в середине XIX в. старались выжать как можно больше дохода, доводя людей и животных до истощения. И не «болотные испарения, образуемые стоячими водами и наполняющие воздух вредными миазмами», причиняли вред людям и животным², не они главная причина колтуна, болезни, свойственной только Полесью, а жесточайшая эксплуатация и природы, и человека.

¹ А. И. Воейков. Пинское Полесье и результаты его осушения. Изв. РГО, т. 29, вып. 2, 1893.

² И. Столпянский. Девять губерний Западно-Русского края в топографическом, геогностическом, статистическом, экономическом, этнографическом и историческом отношениях. СПб., 1866.

Фото автора.

¹ Г. И. Танфильев. Болота и торфяники Полесья, 1895. Географические работы, М., Географгиз, 1953.



Север Припятского Полесья называется Белорусским Полесьем. Значительная часть этой территории уже осушена: 1 — граница Белорусского Полесья; 2 — осушенные земли.

В конце XIX в. в Полесье были проведены каналы, они облегчили доступ к еще нетронутым лесным массивам и служили сплавными путями. Продолжался ничем не прикрытый грабеж лесных богатств. Последствия особенно не волновали представителей имущих классов, несмотря на страстную полемику в обществе и печати.

Современные поколения получили в наследство в значительной мере уже обезображенную природу. Большой урон понесло Полесье еще в годы первой мировой войны, а затем в годы борьбы с немецкими захватчиками. После Великой Отечественной войны леса Полесья использовались для восстановления шахт Донбасса, сожженных и опустошенных сел Белоруссии. Так возникали и постепенно накапливались многочисленные проблемы этого края.

Нужен был гений, упорство и труд белорусского народа в единой семье братских народов, чтобы после вели-

чайшей социальной революции «край болот и колтуна» сделать житницей республики. Сейчас Белорусское Полесье не только район развитого сельского хозяйства, но и промышленности. Это — нефть Речицы, калийные удобрения Солигорска, крупнейшие промышленные комплексы Гомеля, Бреста, Светлогорска, Мозыря и Бобруйска.

Естественно, что проблемы Полесья не сводятся только к сохранению природы. Должен быть разработан научно обоснованный комплексный подход к восстановлению, использованию и увеличению природных ресурсов. Через призму такой программы и нужно рассматривать последствия и перспективность осушительных мелиораций.

Увлажненность Полесья

До недавнего времени считали, что Полесье — часть избыточно увлажненной зоны СССР. Однако последние

исследования позволяют утверждать, что Белорусское Полесье — теплая, неустойчиво влажная агроклиматическая область БССР, а климат его восточной части тяготеет к лесостепному¹. Но отказаться от устаревших представлений об избыточно увлажненном крае нелегко, особенно тем, кто всю свою жизнь посвятил осушению болот.

Общий дефицит влаги в летние месяцы в Полесье — 200—300 мм. К тому же количество атмосферных осадков за последние 26 лет (1945—1970) значительно уменьшилось по сравнению с таким же периодом конца XIX и начала XX в. (1891—1914).

По всей видимости, изменения в поступлении атмосферных осадков связаны с 1850-летними климатическими циклами А. В. Шнитникова. Сейчас в Полесье наступил период потепления и увеличения сухости, а в XXIII—XXIV вв. количество атмосферных

¹ А. Х. Шкляр. Климат Белоруссии и сельское хозяйство. Минск, 1962.

Изменение количества атмосферных осадков за 1945—1970 гг. по сравнению с 1891—1914 гг.
(по метеостанции Пинск)

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	мм/год
1945—1970												
29,2	27,2	25,9	33,9	50,5	55,9	69,3	70,2	40,5	44,8	44,2	36,5	528,0
1891—1914												
28,4	29,0	32,5	49,9	54,6	75,8	93,2	61,0	50,1	42,8	37,5	38,3	593,1
изменения												
+0,8	-1,8	-6,6	-16,0	-4,2	-19,9	-23,9	+9,2	-9,6	+2,0	+6,7	-1,8	-65,1

осадков в Полесье, возможно, составит 350—400 мм. Такие изменения выдвигают перед учеными и мелиораторами чрезвычайно сложную задачу: сохранить в Полесье избыточную в определенных сезоны годы воду, чтобы использовать ее в будущем, когда дефицит влаги будет более резким.

Поскольку для Полесья характерен существенный недостаток влаги летом, посевы сельскохозяйственных культур уже сейчас страдают от засухи. Казалось, чтобы ликвидировать этот дефицит, нужно оросить старопашотные земли. Но производительность старых пашен на бедных песчаных полесских почвах была крайне низкой — средняя урожайность зерновых за 1913—1955 гг. колебалась в пределах 5—7 ц/га. Так возникла необходимость использовать более плодородные увлажненные земли. Первый опыт был обнадеживающим. Созданные на осушенных землях в 30-е годы совхозы «Ведрич», «10 лет БССР» и «Любаньский» получали высокие и устойчивые урожаи зерновых.

Представление об исключительной заболоченности Полесья предполагало резкое увеличение площади осушенных земель в Белоруссии. Считалось, что осушение полесских болот даст прирост площади только пахотных земель на 1,5 млн га¹. В конечном же итоге оказалось, что болот не

так уж и много. Сейчас площадь всех болот Белорусского Полесья определена специалистами Белгипроводхоза всего в 1,6 млн га (из них низинных болот 1,2 млн га и болот под лесом 0,4 млн га).

Но окончательно не изжиты представления об исключительной заболоченности Полесья и в наши дни. Еще можно прочесть в периодической печати и в научно-популярных очерках, посвященных этому краю, о миллионах гектаров болот, которые будут поставлены на службу человеку. Завышенные площади еще используют в различных расчетах.

Нельзя полагать, что мелиоративный фонд Полесья окончательно определен. Если необходимость осушения торфяно-болотных почв не вызывает особых сомнений, то включение в него переувлажненных песчаных почв требует более серьезных обоснований.

Какие земли нужно осушать

Мелиораторы и почвоведы обычно считают, что признаки заболоченности (переувлажнения) почв являются и мелиоративными признаками. Поскольку глеевый горизонт у полесских песчаных почв выражен слабо, а у некоторых почв грунтового заболачивания, например, у полесских карбонатно-кальциевых солончаков, он часто отсутствует, его нельзя считать диагностическим мелиоративным признаком. Такими признаками обычно

служат новообразования — бурые и охристые пятна, бобовины болотной руды и другие. Они указывают на некоторую переувлажненность при капиллярном поднятии грунтовых вод.

По длительности переувлажнения полесские почвы в первом приближении подразделяют на глеевые (длительно увлажняемые), глееватые (кратковременно увлажняемые) и почвы без признаков грунтового увлажнения.

Мелиораторы, используя общие морфологические признаки почв, включали в мелиоративный фонд и глеевые и глееватые песчаные почвы. Если целесообразность осушения глеевых песчаных разностей не вызывает сомнения (длительное, до 15 июля, в условиях Полесья близкое залегание грунтовых вод способствует вымоканию посевов), то относительно осушения глееватых песчаных почв таких сомнений предостаточно.

Наши исследования 1968—1971 годов позволили выявить интересную особенность полесских песчаных почв: их производительность теснейшим образом зависит от глубины залегания грунтовых вод. Если в среднеувлажненный и относительно засушливый годы грунтовые воды залегают глубже 1,0 м, а значит не увлажняют пахотного горизонта при капиллярном подъеме, то на таких почвах невозможно получить высоких урожаев. Урожайность озимой ржи составляет не более 13 ц/га при весе 1000 зерен 13—20 г и не зависит от агрохимических показателей почв. На таких зем-

¹ И. С. Лупинович, С. Г. Скоропанов, З. Н. Денисов. Преобразование природы Полесской низменности. Изд. АН БССР, Минск, 1952.

лях нельзя высевать никаких культур, кроме люпина и озимой ржи. Эти земли подвержены интенсивной ветровой эрозии.

При глубине залегания грунтовых вод в 0,6—0,8 м на глееватых песчаных почвах наиболее высокие урожаи — 18—24 ц/га, при среднем весе 1000 зерен 26—30 г. Во влажные годы с глееватых песчаных почв собирают еще большие урожаи.

Отметим еще одну интересную особенность: средний вес 1000 зерен на песчаных почвах во влажный год не зависит от глубины залегания грунтовых вод и изменяется незначительно — от 26 до 31 г, на глееватых же почвах он в некоторых случаях достигает 34 г. Максимальная урожайность озимой ржи на глееватых почвах во влажный 1971 г. составила 48 ц/га.

Казалось бы, посевы на глееватых почвах во влажный год должны вымокать, но этого не происходит. Объясняется все довольно просто: уровень залегания грунтовых вод в Полесье летом (июль) не бывает выше весеннего (апрель — май). А буроватые пятна в верхней трети профиля песчаных глееватых почв указывают на минимальную из возможных глубин залегания грунтовых вод.

Болота и песчаные почвы встречаются в Полесье в очень сложном комплексе. Большинство (75%) осушенных массивов включает до 30—50% (в ряде случаев до 50—90%) песчаных почв на относительно повышенных. При этом торфяно-болотные почвы занимают не сплошные участки, а представляют собой вкрапления среди заболоченных минеральных почв. Отсюда и резкое противоречие между мелиорацией торфяно-болотных и песчаных почв, совершенно различных объектов мелиоративного воздействия. Если необходимым условием интенсивного использования болот в сельскохозяйственном производстве является понижение уровня грунтовых вод (осушение), то для глееватых почв полезно поддерживать его на первоначальной глубине, а для почв с более глубоким залеганием грунтовых вод полезен их подъем. Современные же методы мелиорации не учитывают этого противоречия, которое вряд ли разрешимо в условиях свойственной Полесью ис-

ключительной мозаичности почвенного покрова. Понижение грунтовых вод и шлюзование осушительных систем дает возможность регулировать влажность только у торфяно-болотных и, в какой-то мере, у глееватых песчаных почв. У глееватых почв и у песчаных почв без признаков грунтового заболачивания на относительно повышенных участках рельефа после общего понижения уровня грунтовых вод регулировать влажность таким способом невозможно.

Осушение болот и их использование в сельскохозяйственном производстве предполагает заведомую потерю старопахотных земель и лугов на песчаных почвах с более глубоким залеганием грунтовых вод. Прилегающие к осушенным массивам старопахотные земли и луга подвергаются интенсивной ветровой эрозии и трансформации в развеваемые пески. Вот почему, несмотря на значительные капиталовложения в мелиоративные работы и в сельское хозяйство, за последние 5—6 лет прирост сельскохозяйственной продукции в Белорусском Полесье неустойчив.

Особенно заметным было увеличение сельскохозяйственной продукции в первые годы интенсивного осушения Полесья, когда мелиорация была одной из широко проводимых мер, направленных на улучшение положения в сельском хозяйстве. Площадь осушенных сельхозугодий в Брестской и Гомельской областях в 1965 г. (430 тыс. га) удвоилась по сравнению с 1960 г. (208 тыс. га), что способствовало почти скачкообразному росту сельскохозяйственного производства. Но увеличение площади осушенных земель за 1966—1970 гг. до 690 тыс. га не привело к дальнейшему росту сельскохозяйственной продукции¹.

Любому непредубежденному человеку понятны усилия, направленные на расширение осушенных земель, но мелиорация, являющаяся экономической необходимостью и требованием нашего времени, видимо, началась без предварительного решения множества научно-технических проблем,



Сосны посажены на старых бросовых пашнях, подверженных ветровой эрозии.

тесно связанных с использованием в сельскохозяйственном производстве болот и заболоченных земель.

Потребности в орошении

В условиях неустойчивого увлажнения и значительного дефицита влаги в летние месяцы все сельскохозяйственные угодья как на неосушенных песчаных, так и на осушенных торфяно-болотных почвах нуждаются в орошении. Регулирование почвенной

¹ Народное хозяйство БССР в 1970 году. Статистический сборник, Изд-во «Статистика», Минск, 1971.



В некоторых местах Полесья лесопосадки на бывших развееваемых пашнях поражены вредителями и гибнут.



При продолжительном высоком стоянии грунтовых вод в понижениях водосбора р. Словечны леса вымкли.

влажности после осушительных работ предусматривается на площади 1,38 млн га за счет подачи воды из водохранилищ, прудов и полноводных рек шлюзованием. Здесь-то и скрыт феноменальный парадокс Полесья. Изучение динамики запасов влаги в торфяном и песчаном почвенном профилях позволило сделать вывод, что для ликвидации дефицита влаги с помощью подпочвенного орошения при

отсутствии водоупоров нужно в 4—8 раз больше воды, чем это требуется полю, и что почвы Полесья не пригодны для подпочвенного орошения¹. Говорить же о более прогрессивном,

¹ Н. И. Афанасьев, Н. И. Янович, А. М. Русалович. Водный режим мелиорированных почв Полесья и способы его регулирования. Проблемы мелиорации Полесья, ч. II, Минск, 1970, стр. 137.

но дорогостоящем способе орошения — дождевании всех сельхозугодий Полесья — значило бы уходить от реальности.

Поэтому потеря сельхозугодий в Полесье — закономерный, хотя и нежелательный процесс. По существу осушение болот этого края служит переориентации земледелия с уже обедненных сельхозугодий на более плодородные земли. Не является ли это признаком того, что сельскохозяйственное производство в Белорусском Полесье достигло своего максимума и стабилизировалось на одном уровне? Ответить на этот вопрос затруднительно. Если пока при сравнительно небольшой площади торфяников и при неустойчивом плодородии песчаных почв стабилизация сельскохозяйственного производства и не произошла, то она произойдет в ближайшем будущем. Обычные способы увеличения сельскохозяйственного производства (посев сортовыми семенами, внедрение более урожайной культуры, внесение удобрений) в условиях неустойчивого увлажнения и общего дефицита влаги, по всей видимости, неэффективны.

Но нет необходимости выискивать особые меры подъема сельскохозяйственного производства. Самые простые и наименее дорогие — осушение болот под луга и улучшение культуры хозяйствования. Однако при кажущейся простоте сделать и это не легко.

Проблемы мелиорации полесских почв

К мелиорации и последующему освоению земель Полесья подошли с технологией, успешно испытанной и применяемой в других районах БССР и СССР, но на других почвах. При сложном сочетании мелко- и среднезалежных торфяников и песчаных почв сельскохозяйственные работы часто подчинены техническим возможностям машин и механизмов, а не нуждам агротехники. Например, корчеватель, с успехом применяемый для уничтожения кустарника на болотах и тяжелых почвах, применяется и на песчаных почвах. В результате при корчевке густого кустарника полностью уничтожается гумусный гори-

зонт. При последующей глубокой вспашке кустарниково-болотным плугом как минеральных заболоченных земель, так и маломощных торфяников, на поверхность выпаживается песок, и только что освоенные земли практически оказываются не пригодными к возделыванию.

Особенно сложна мелиорация комплекса маломощных торфяников и полесских карбонатно-кальциевых солончаков. Обычные методы мелиорации привели к безвозвратной потере значительной площади плодородных почв, пригодных для лугов.

Этих примеров вполне достаточно, чтобы показать, какими могут быть последствия при форсировании осушительных работ без научно обоснованных методов и без критического анализа накопленного опыта. Однако отрицательные последствия такой «мелиорации» этим не исчерпываются. Они особенно угрожающи, когда затрагивается равновесие в природе.

Осушение болот предполагает посадки лесов на старых обводненных пашнях и землях, подверженных интенсивной ветровой эрозии. Ветровая эрозия земель, вызванная деятельностью человека,— это не только дефляция гумусного горизонта, это сложный, комплексный процесс, последствия которого в ряде случаев совершенно неожиданны. Ежегодный снос органического вещества на бедной, практически негумусированной подпочве ставит под сомнение существование в недалеком будущем органогенных почв, ради которых и проводится осушение. Сохранение органического вещества возможно только путем ограничения его использования: сокращение торфодобычи, отказ от возделывания зерновых и пропашных и осушение болот под луга. К тому же использование органогенных почв в сельскохозяйственном производстве весьма сложно. Повышенная влагоемкость торфа способствует накоплению влаги в верхнем пахотном горизонте. В итоге, посевы зерновых полегают, торфяные поля становятся труднопроходимыми для уборочных машин, убрать выращенный урожай не всегда удается. Как отмечал Первый секретарь ЦК КПБ П. М. Машеров на XXVII съезде КПБ, во многих случаях на мелиорируемых

площадях получают весьма скромные, а иногда и очень низкие урожаи. И если учесть, что перспективное плодородие таких почв проблематично, делать упор на их преимущественное возделывание вряд ли целесообразно.

Для облесения песчаных земель и ухода за колхозными лесами в последние годы созданы межколхозные лесничества. Посадка сосен в плужные борозды на старых бросовых пашнях, подверженных ветровой эрозии, поместила их в чуждое им местообитание. Если в первые годы после посадки сосны не высыхали и не заносились ветром, в последующем ослабленные растения поражались вредителями: личинками майского жука, зимним побеговым и различными вирусными заболеваниями. Если в Брестской области, где еще есть большие неосушенные болотные массивы, гибнущие лесопосадки приурочены только к бывшим пашням, в недалеком прошлом интенсивно разводимых, в Гомельской области, где практически осушены все болотные массивы, лесопосадки на бросовых пашнях, за крайне редким исключением, поражены различными вредителями и вирусными заболеваниями.

Понижение уровня грунтовых вод у песчаных почв, вероятно, сыграло в этом не последнюю роль, растение вынуждено приспосабливаться к новому режиму влажности песчаных почв. В условиях неустойчивого увлажнения произошло ежегодное сокращение прироста древесины лесов Белорусского Полесья на 600—700 тыс. м³.¹

Прокладка осушительных канав усилила проточность воды, а сосна предпочитает кислую среду грунта, которая в песчаных пористых грунтах обусловлена определенной застойностью грунтовых вод. Ослабленный древостой становится легкой добычей вредителей и вирусных заболеваний. Поэтому осушение способствовало сплошному заражению лесов мелиорируемых водосборов.

Но леса иногда гибнут и на неме-

лиорируемых водосборах. Причина тут иная: теплые многоснежные зимы, малая глубина промерзания грунта, ливневые летние осадки в 1969—1970 гг. при слабой дренированности территории вызвали подъем и продолжительное высокое стояние грунтовых вод; грунтовые воды достигли максимального подъема и задержались на этом уровне продолжительное время, затопив корневые шейки древесных пород. Для Полесья это очень редкое явление. Оно и явилось причиной вымокания ольховых, березовых и сосновых лесов в понижениях. Так, два противоположных явления — мелиорация и облесение земель, с одной стороны, и естественный ход развития ландшафтов — с другой создали угрозу существованию лесных массивов Полесья, для предотвращения которой нужны срочные, неотложные меры.

✱

XXIV съезд КПСС призвал бережно относиться к земельным ресурсам, повысить ответственность землепользователей, органов сельского, водного и лесного хозяйства за проведение противоэрозионных и мелиоративных мероприятий. В текущем пятилетии директивами XXIV съезда КПСС намечается осушить в Белоруссии 1100 тыс. га переувлажненных земель, провести технические работы на площади 800 тыс. га, на площади 900 тыс. га намечается создать высокопродуктивные луга и пастбища.

Повышенные требования к осушению Полесья ставят перед учеными чрезвычайно важные задачи познания объекта мелиорации и всех ее возможных последствий. Только в этом случае эффективность мелиорации будет соизмерима с затраченными на нее силами и средствами. Но научные достижения в области мелиоративного прогноза значительно отстали от реализации намечаемых планов, и основной упор сделан на проектно-техническое решение полесских проблем. Отсюда и настоятельная необходимость научных исследований природы Полесья, опережающих практическое решение многочисленных проблем этого края.

¹ Н. В. Смольский. К вопросу прогноза изменения природных условий в Полесье в связи с мелиорацией земель. Проблемы мелиорации Полесья, ч. I, Минск, 1970, стр. 125.

Как образовалось Японское море?

И. И. Берсенев
Доктор геолого-минералогических наук



Игорь Ипполитович Берсенев, заведует лабораторией геологии шельфа дальневосточных морей Тихоокеанского отделения Института океанологии АН СССР. Много лет изучает геологию Дальнего Востока. В последние годы ведет исследования геологического строения дна дальневосточных морей.

Три гипотезы

К Тихому океану уже давно приковано внимание геологов-тектонистов. Здесь решаются крупные проблемы тектоники, много лет ведутся исследовательские работы. А тем, кто никогда не был на Тихом океане, вероятно, приходилось рассматривать его карты. Обращает на себя внимание, что дальневосточные моря как бы отгорожены от океана цепочками островов. Берингово и Охотское моря отделяются вулканическими Алеутскими и Курильскими о-вами, Восточно-Китайское и Филиппинское «разгорожены» о-вами Рюкю, а от океана Филиппинское море отделено лишь редкими островными звеньями. Зато Японское море окаймляют крупные участки суши — о-ва Сахалин, Хоккайдо, Хонсю, Кюсю.

Если предположить, что моря находятся на разных стадиях развития, напрашивается вывод: чем «шире барьер», тем древнее само море. А значит, Филиппинское море — самое молодое и только начинает отделяться от океана, а Японское — самое древнее. Примерно так возникла «реликтовая» гипотеза образования Японского моря, выдвинутая в 1929 г. советским геологом Е. В. Милановским.

Когда-то на дне океана возникла вулканическая возвышенность, затем подводные вулканы превратились в цепочки островов. Позже образовалась островная дуга, подобная Курильской. Острова разрастались и в течение многих сотен миллионов лет превратились в крупные участки су-

ши. Стало быть, Японское море возникло из краевой части Тихого океана и является его реликтом, а значит, его впадина существует столько же времени, сколько и океан.

Однако в дальнейшем появилась другая версия. В 1941 г. японский ученый Т. Кабаяси обратил внимание на сходство геологического строения Южного Приморья и о. Хонсю и высказал предположение, что впадина Японского моря образовалась из-за раскола земной коры и последующего дрейфа Японских о-вов на восток. К таким же выводам пришли в 60-х годах советские геологи П. Н. Кропоткин и Г. М. Власов.

Существует и третья гипотеза образования Японского моря. Некоторые геологи отрицают возможность крупных перемещений отдельных блоков земной коры в горизонтальном направлении. Однако они полагают, что земная кора континентального типа может превратиться в кору океанического или субокеанического типов. И Японское море могло образоваться именно таким образом, т. е. в результате опускания континентального блока земной коры и последующего исчезновения гранитного слоя, входившего в структуру его глубинных зон.

Итак, три разных мнения... Как их оценить, как попытаться найти правильное решение?

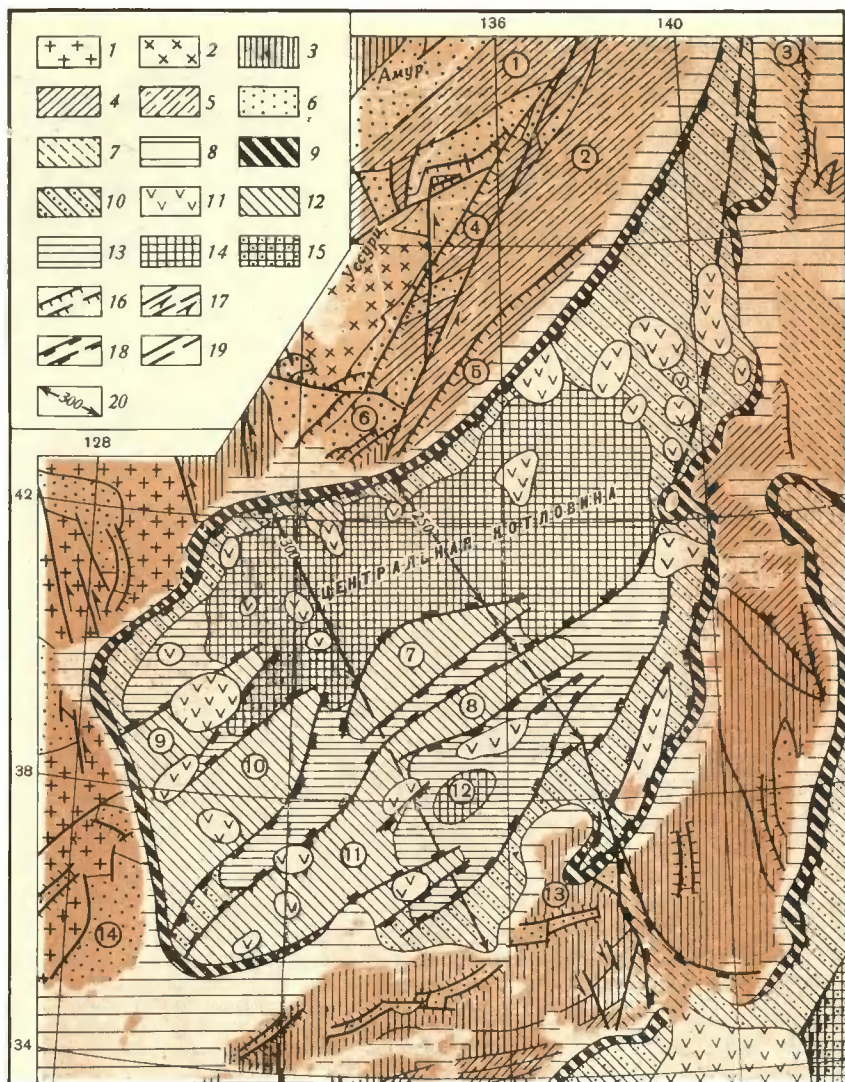
Много лет мне пришлось изучать геологию Японского моря и прилегающих к нему территорий. Собран большой фактический материал. Обратимся к данным о рельефе и геологии дна Японского моря.

Рельеф и геология дна Японского моря

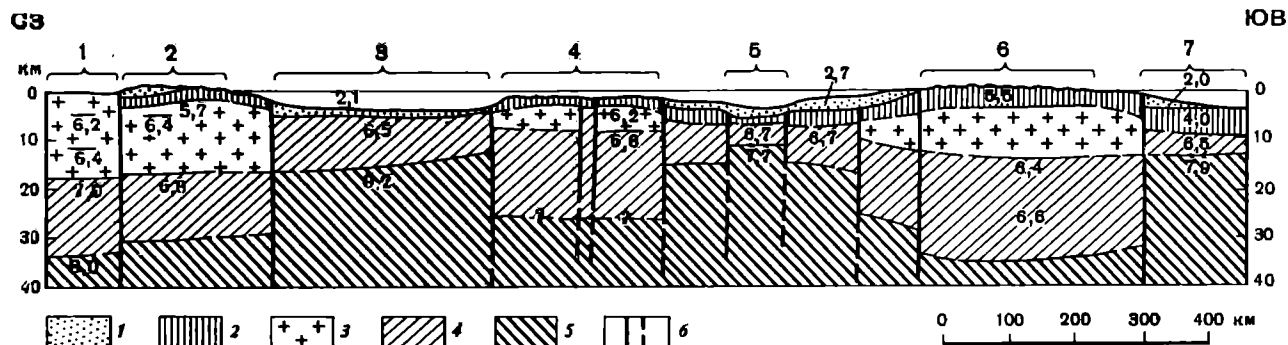
Площадь Японского моря 978 тыс. км², протяженность 2200 км, ширина до 900 км, максимальная глубина 3670 м. А глубины проливов, соединяющих его с океаном и другими морями, не превышают 150 м. На дне Японского моря геологи выделяют шельфы, материковые и островные склоны, материковые и островные подножия, глубоководные впадины и возвышенности. Значительная часть Японского моря на карте закрашена темно-голубой краской. Здесь и расположены глубоководные впадины глубиной больше 3 тыс. м. В северо-западной части простирается Центральная котловина. Ее длина 900 км, средняя ширина 250 км, глубина 3000—3670 м. С юго-запада к ней примыкают еще три впадины. В юго-восточной части моря расположена котловина Хонсю. На севере она соединяется с Центральной котловиной желобом относительной глубины 300—400 м. В периферийных частях моря впадины сменяются материковыми и островными подножиями, склонами и, наконец, шельфами. В юго-западной и центральной частях Японского моря расположены возвышенности. Это — или участки суши, погружившиеся ниже уровня моря, или возвышенности вулканического происхождения конической формы.

Некоторые результаты, полученные при геофизических исследованиях и отборе проб горных пород со дна, показали, что шельфы представляют собой опущенные участки суши. Их геологическое строение не отличается от строения прибрежных районов. Обращенная к морю часть шельфа у берегов Южного Приморья в верхней части сложена почти горизонтально залегающими морскими отложениями миоценового возраста, а их подошва расположена на глубине 800—2500 м. Морские отложения подстилаются породами фундамента — гранитами и древними осадочными породами, аналогичными тем, которые развиты на побережье.

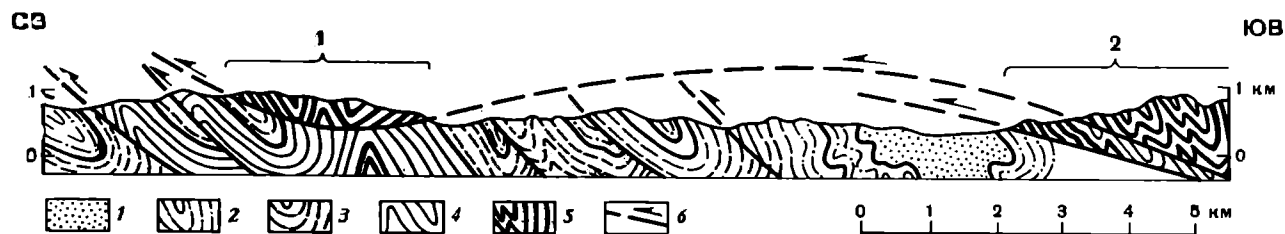
Материковые и островные склоны разделяют два типа земной коры: материковую и океаническую. Вдоль



Схематическая карта геологического строения впадины Японского моря и ее обрамления. В пределах суши верхнемеловые и кайнозойские отложения не показаны. 1—7 — структуры суши: 1 — докембрийская платформа; 2 — Ханкайский срединный массив; 3 — палеозойские складчатые системы; 4—5 — мезозойские складчатые системы; 4 — антиклинории, 5 — синклинории; 6 — палеозойские и мезозойские впадины; 7 — позднемиоценовые и кайнозойские геосинклинальные прогибы. 8—15 — структуры морского и океанического дна: 8 — шельфы; 9 — материковые и островные склоны; 10 — материковые и островные подножия; 11 — вулканические подводные возвышенности; 12 — остаточные подводные возвышенности; 13 — впадины; 14 — глубоководные котловины; 15 — глубоководный желоб. 16—19 — разломы, установленные и предполагаемые: 16 — надрывы и взбросы, стрелки направлены в сторону надвинутых блоков; 17 — сдвиги, стрелки указывают направление перемещения блоков; 18 — раздвиги, стрелки направлены в сторону растяжения земной коры; 19 — прочие разломы. 20 — предполагаемое направление растяжения земной коры и ее величина в километрах. Названия структур (цифры в кружках здесь и на др. рис.): 1 — Амуро-Уссурийский синклинорий; 2 — Главный синклинорий Сихотэ-Алиня; 3 — Западно-Сахалинский синклинорий; 4 — Главный антиклинорий Сихотэ-Алиня; 5 — Прибрежный антиклинорий; 6 — Южно-Приморская складчатая зона; 7—11 — подводные возвышенности: 7 — Северный хребет Ямато; 8 — Южный хребет Ямато; 9 — Восточно-Корейская; 10 — Уллындю; 11 — Оки; 12 — котловина Хонсю; 13 — складчатая зона (массив) Хидэ; 14 — Цусимский прогиб.



Строение земной коры во впадине Японского моря и ее обрамлений. 1 — осадочные породы; 2 — осадочные и изверженные породы; 3 — гранитно-метаморфический слой; 4 — базальтовый слой; 5 — породы верхней мантии; 6 — глубинные разломы установленные и предполагаемые. Структуры, обозначенные над рисунком арабскими цифрами: 1 — Ханкайский срединный массив; 2 — Южно-Приморская складчатая зона; 3 — Центральная котловина Японского моря; 4 — подводная возвышенность Ямато; 5 — котловина Хонсю; 6 — о. Хонсю; 7 — котловина Филиппинского моря.



Геологический разрез, иллюстрирующий характер тектонических дислокаций мезозойских отложений в Сиготэ-Алинской области (район пос. Кавалерово). Породы, слагающие прибрежный антиклинарий, переместились на северо-запад более чем на 15 км, перекрыв толщи, слагающие Главный синклиниорий Сиготэ-Алиня. 1—2 — нижнемеловые отложения: 1 — нижняя толща; 2 — верхняя толща. 3—4 — юрские отложения: 3 — нижняя толща; 4 — верхняя толща. 5 — триасовые отложения; 6 — надвиги и шельфы. Структуры, обозначенные на разрезе арабскими цифрами: 1 — Силинский аллохтон — блок перемещенных пород, сохранившийся от размытия; 2 — Прибрежный антиклинарий.

подножий склонов распространены вулканические породы — базальтоиды, заполняющие гигантские трещины глубинных разломов.

Материковые и островные подножия сложены рыхлыми или уплотненными осадками мощностью до 2,5—3 км. Это — преимущественно обломочные породы, сносившиеся с суши. Близ берегов Южного Приморья они имеют четвертичный, плиоценовый и миоценовый возраст. Во впадинах под этими отложениями находится так называемый базальтовый

слой¹. И в глубоководных котловинах они подстилаются базальтовым слоем, кровля которого расположена на глубине около 5,5 км от поверхности воды.

Остаточные подводные возвышенности, по-видимому, имеют геологическое строение, близкое к строению прилегающих районов суши. Так, под-

водная возвышенность Ямато по строению похожа на Южное Приморье. Вулканические возвышенности сложены базальтоидами. Глубина границы Мохоровичича¹ от поверхности воды в северо-западной и южной частях Центральной котловины 11—12 км, в юго-западной 13—16 км, в северо-

¹ Базальтовый слой земной коры выделяется по геофизическим данным и характеризуется скоростью прохождения сейсмических волн по его поверхности от 6,0 до 6,7 км/сек.

¹ Граница Мохоровичича (МОХО), которую принято считать за подошву земной коры, отличается резким увеличением скорости сейсмических волн, составляющей обычно 8,1—8,3 км/сек.

восточной 14—18 км; в пределах Ямато около 20 км; в Татарском проливе она занимает наклонное положение, погружаясь у берегов Сахалина до 29—32 км и поднимаясь к побережью Сихотэ-Алиня до 15 км, при этом скорости сейсмических волн уменьшаются от 8,2 до 7,5 км/сек.

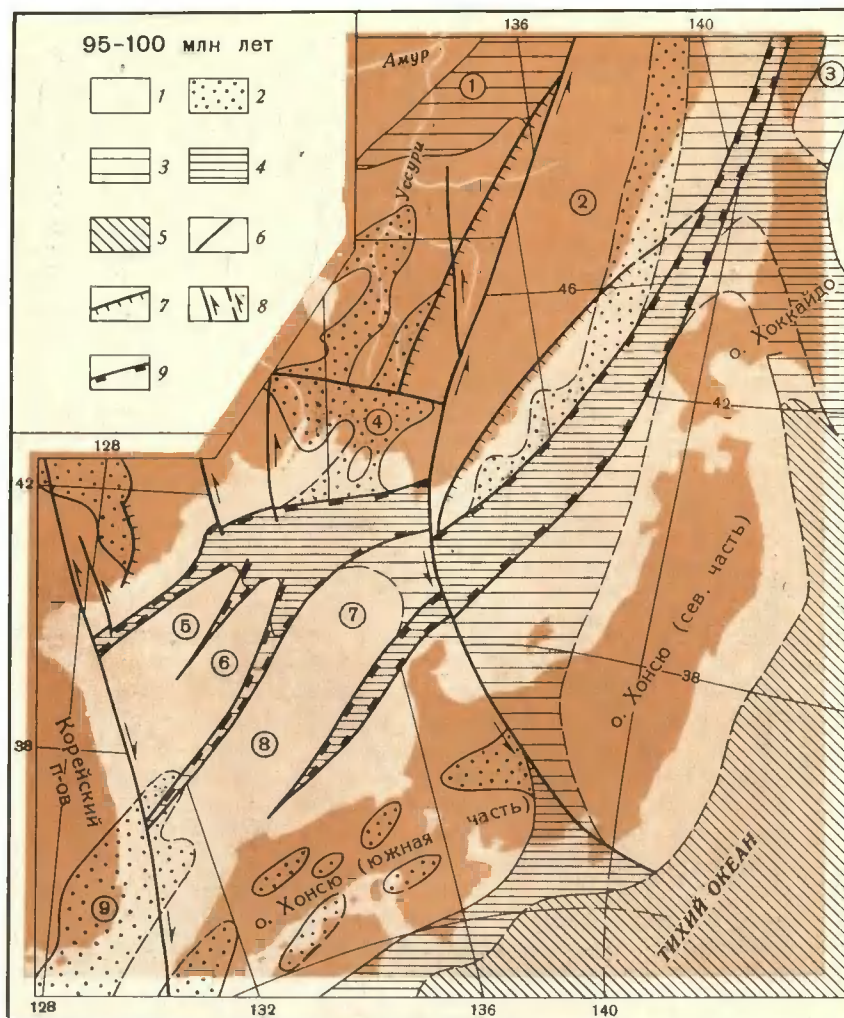
Иное строение земной коры характерно для типичных районов Тихого океана. Здесь под первым осадочным слоем незначительной мощности (около 0,3 км) залегает второй слой с граничными скоростями 5,02—5,65 км/сек. Во впадинах Японского моря подобный слой не обнаружен, и осадочные породы подстилаются слоем с граничными скоростями 6,1—6,7 км/сек, который соответствует базальтовому слою океана, имеющему граничную скорость 6,73—6,75 км/сек и мощность 4,64—5,08 км. В то же время мощность базальтового слоя в Японском море значительно больше и составляет 6—12 км.

Магнитное поле глубоководной впадины Японского моря отличается слабоконтрастными аномалиями с очертаниями, близкими к изометричным. В Тихом океане поле имеет высокую интенсивность, линейность и контрастность. Тепловой поток, идущий из недр Земли к поверхности дна Японского моря, более чем в два раза превышает тепловой поток на дне Тихого океана в его западной части.

Итак, дно Японского моря и дно Тихого океана существенно различаются по геофизическим характеристикам. А значит, мало вероятно, что Японское море — реликт океана. Чтобы выяснить историю формирования Японского моря, следует прежде всего рассмотреть особенности структурного развития окружающей его суши.

Геологическая история суши

Суша, окружающая Японское море, изучена значительно лучше, чем его дно. Вследствие сложности геологического строения региона, рассматривать его особенности удобнее, отделив все породы, сформировавшиеся за последние 100 млн лет (т. е. с



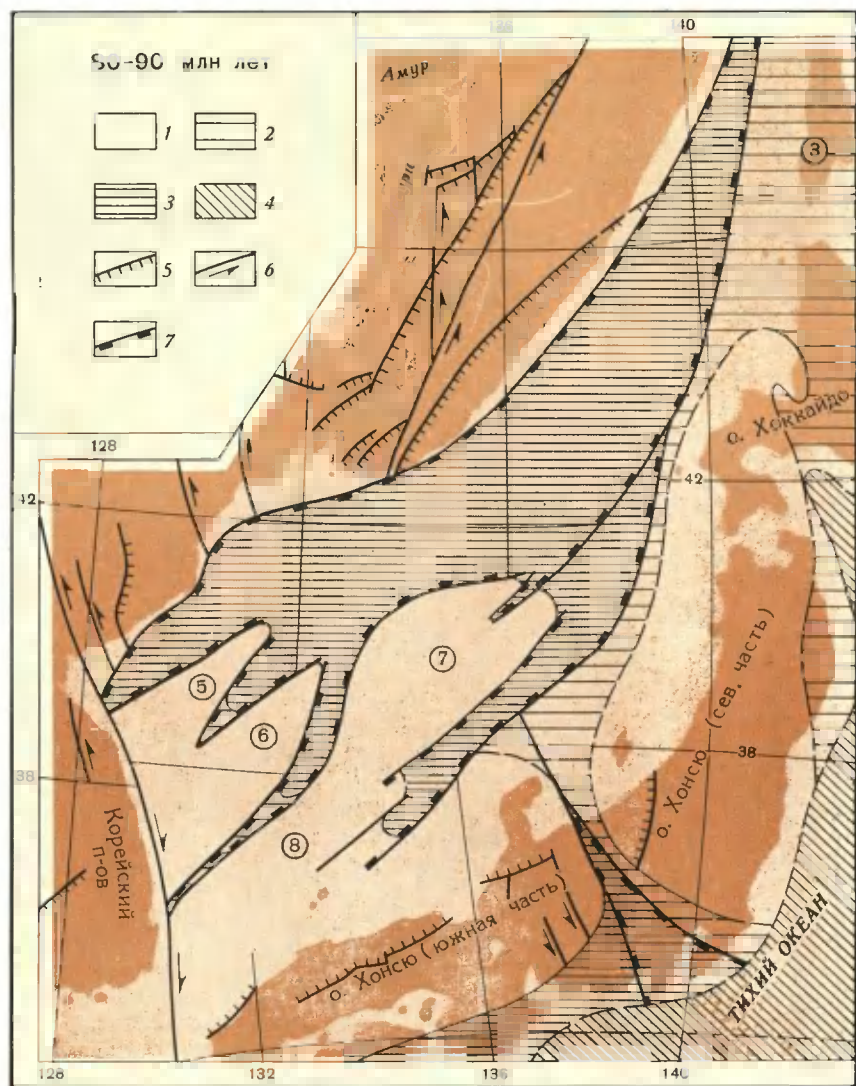
Реконструкция палеогеографической обстановки для начала позднемиоценовой эпохи (сеноман). На месте будущей впадины Японского моря образовались рифтовые впадины, начались подвижки по разломам и складкообразование; вследствие сжатия земной коры морской бассейн покинул почти всю площадь Главного синклинария Сихотэ-Алиня. 1 — толстая и горная суша; 2 — озера и болота; 3 — мелководные моря; 4 — глубоководные морские бассейны; 5 — бассейны Тихого океана и Филиппинского моря; 6 — активные разломы; 7 — надвижки; 8 — сдвиги; 9 — раздвиги.

начала позднемиоценовой эпохи¹) от более древних. Сняв с геологической карты указанные толщи, мы увидим большое сходство геологического строения материка и той части Японских о-вов, которая прилегает к Японскому морю. Так, на территории Сихотэ-Алиня и Японии выделяются похожие структурно-формационные зоны. Разломы, отделяющие эти зоны,

под разными углами подходят к материковому и островному склонам и склоны срезают разновозрастные относительно древние структуры. Этот факт свидетельствует против гипотезы реликтового происхождения впадины Японского моря, указывая на ее новообразованный характер.

В Сихотэ-Алинской области, включающей Главный и Прибрежный антиклинории и Главный синклинорий, древнейшими отложениями, содержащими остатки морской фауны, являются каменноугольные известняки.

¹ См. геохронологическую таблицу, «Природа», 1971, № 11, стр. 18.



Реконструкция палеогеографической обстановки для середины позднемиоценовой эпохи (конец турона — начало сенона). В этот отрезок времени произошло наиболее интенсивное расширение западной части впадины Японского моря и очень сильные тектонические движения в ее обрамлении. К концу данного этапа в основных чертах сформировались складчатые структуры материка. На о. Хонсю, по-видимому, начал формироваться рифт Великого Грабена (Фосса-Магна). 1 — холмистая и горная суша; 2 — мелководные моря; 3 — глубоководные морские бассейны; 4 — бассейны Тихого океана и Филиппинского моря; 5 — надвиги; 6 — сдвиги; 7 — раздвижки.

По данным микропалеонтолога А. П. Никитиной, видовой состав фузулиновой фауны¹, обитавшей в ранне- и среднекаменноугольное время в этой области, имеет много общего с

¹ Фузулины — семейство фораминифер, обитавших в каменноугольных и пермских морях.

фауной Урала, Русской платформы, Средней Азии и также районов Средиземноморского пояса.

И вместе с тем фауна содержит лишь несколько видов, характерных для Тихоокеанского побережья Северной Америки и Японских о-вов. Значит, в Сихотэ-Алинской области в каменноугольное время располагался

морской бассейн, который имел связь с морями, покрывавшими обширные пространства Евразии. От Тихого океана и от морей, существовавших на месте Японских о-вов, он был отделен сухопутными барьерами, затруднявшими обмен морских вод.

В позднекаменноугольную эпоху в Сихотэ-Алинском море появились новые фузулины. Однако отличались они и от видов Евразии, и от видов Тихоокеанской области. Видимо, в это время море начало отделяться от морей Евразии. «Изоляция» продолжалась до позднепермского времени, когда в Сихотэ-Алинском море появились фузулины, сходные с теми, которые жили в то время на месте нынешних Японских о-вов. Можно предположить, что барьер, отделяющий древнее Сихотэ-Алинское море от Тихого океана, исчез, однако это еще не значит, что в это время сформировалось Японское море.

Искапаемые остатки морской фауны, найденные в Южно-Приморской зоне, дают основание полагать, что и здесь в конце раннепермской эпохи образовалось море. Его можно назвать Южно-Приморским. По данным А. П. Никитиной, из 250 видов фузулинид, характерных для Южно-Приморского моря, в осадках Сихотэ-Алинского моря обнаружен лишь один, а на Японских о-вах — 3—4 вида. Что это значит? Видимо, на большей части площади, занятой ныне Японским морем, существовала суша. Об этом же говорит характер каменноугольных и пермских отложений на Японских о-вах: по данным японских исследователей М. Минато, М. Горай и др. в эти периоды обломочный материал в морские бассейны поступал с запада и северо-запада, т. е. со стороны Японского моря.

В конце позднепермской эпохи на огромных площадях современного Приморья, Корейского п-ва, прилегающих территорий Восточной Азии и Японских о-вов, усилились тектонические движения, формировались складчатые структуры, внедрялись многочисленные интрузии. В результате большая часть региона превратилась в сушу. Морские же бассейны сохранялись лишь в зоне Главного синклинория Сихотэ-Алиня, а на Японских о-вах — на участках, примыкаю-

щих к Тихоокеанскому побережью.

В течение последующих периодов — триасового и юрского, а также в эпоху раннего мела — прогибавшиеся участки суши временами затоплялись мелководными (эпиконтинентальными) морями и шло накопление континентальных отложений. Морские условия в это время существовали примерно там же, где и в верхнепермскую эпоху.

Отсутствие в прошлом впадины Японского моря подтверждают и биологи: в водах Японского моря нет глубоководной фауны, тогда как в Тихом океане она представлена многочисленными видами.

Теперь попробуем сопоставить фактический материал с гипотезой «океанизации».

Сторонники этой гипотезы предполагали, что площадь, занятая ныне впадиной Японского моря, прежде была областью развития континентальных структур, где в дальнейшем гранитно-метаморфический слой был в значительной степени уничтожен. И на этот раз ископаемая фауна опровергает эту точку зрения.

Мезозойские отложения Приморского края содержат представителей фауны, обитавшей в холодных и теплых водах. Холоднолюбивая фауна, видимо, проникала в Приморье с севера по морским бассейнам, существовавшим на месте Амуро-Уссурийского синклиниория и Главного синклиниория Сихотэ-Алиня, а теплолюбивая фауна могла мигрировать лишь с юга. Следовательно, в триасовый, юрский периоды и в раннемеловую эпоху, по крайней мере на части площади, занятой ныне впадиной Японского моря, существовал морской бассейн, соединявшийся с Тихим океаном. А раз так, то суши здесь в указанное время быть не могло.

Кроме того, доверхнемеловые структуры материкового и островного побережий Японского моря имеют много общего, а разломы материка могут быть продолжены на Японские о-ва. Химический состав палеозойских гранитоидов материка подобен составу близких по возрасту гранитоидов о. Хоккайдо. Большое сходство имеется также в составе мезозойских отложений, слагающих впадины на материке и на о. Хонсю.

Приведенные и другие факты противоречат объяснению происхождения Японского моря с позиции «океанизации» земной коры. Вопрос о происхождении Японского моря следует решать на основе углубленного анализа геологической истории всей рассматриваемой области в позднем мезозое и кайнозое.

Деформации мезозойских и кайнозойских отложений подтверждают мобилистскую гипотезу

В Южном Приморье, на Корейском п-ве и в прилегающих районах тектонические впадины, выполненные мезозойскими отложениями с востока и юго-востока, обычно ограничены разломами, по которым палеозойские и более древние толщи надвинуты на мезозойские. Вблизи разломов мезозойские отложения сильно смяты и нарушены надвигами, взбросами и сдвигами. В Сихотэ-Алинской области в них развита комбинация линейных складок, надвигов, взбросов и сдвигов. Направление перемещения отдельных блоков по разрывам указывает на то, что эти структуры, как и складки, могли образоваться лишь в результате сжатия земной коры при движении блоков в общем северо-западном направлении, т. е. от Японского моря. Наиболее интенсивные движения происходили в конце турона — начале сенона (80—90 млн лет назад).

На Японских о-вах мезозойские отложения дислоцированы еще сильнее. Дислокации происходили в то же время, что и на материке, и были вызваны теми же причинами. Блоки здесь перемещались со стороны Японского моря на восток и юго-восток. В отличие от материка на Японских о-вах и на Сахалине дислокациями, связанными со сжатием земной коры и перемещением блоков, затронуты более молодые палеогеновые отложения. Из этих данных следует вывод о связи процессов образования впадины Японского моря и дислокаций в его обрамлении.

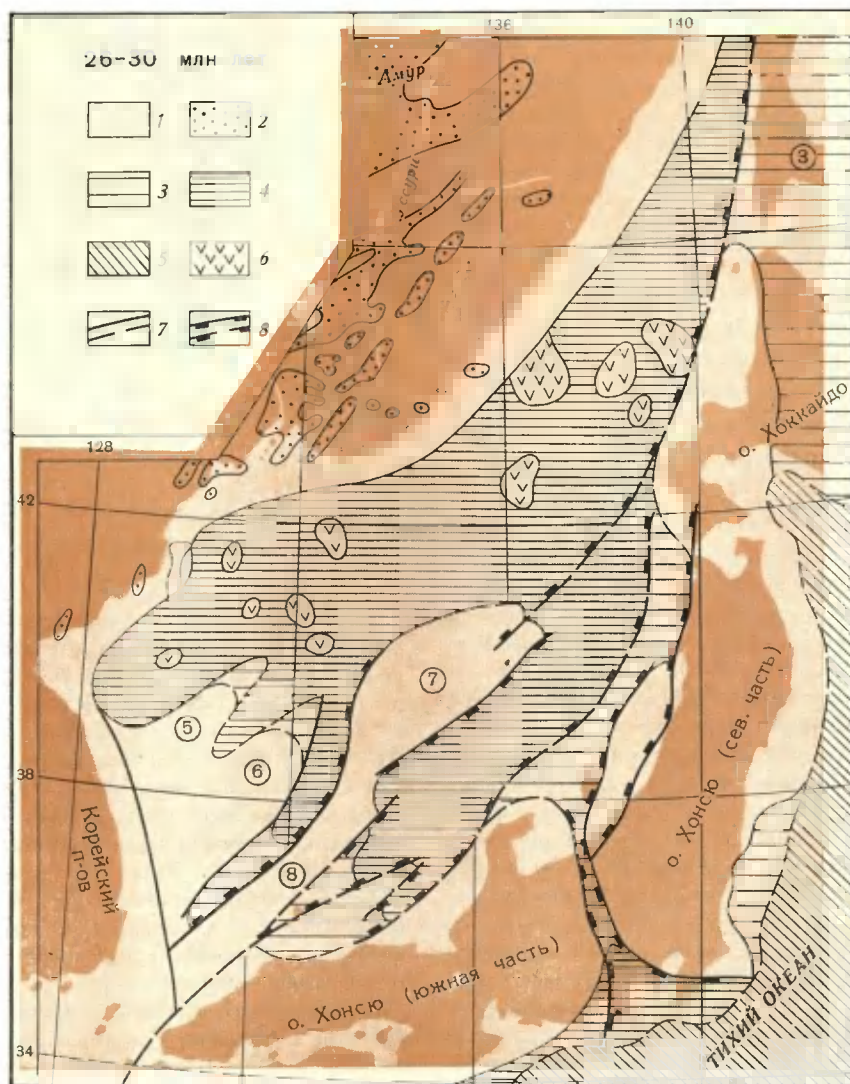
Повторные геодезические измерения указывают на продолжающееся в настоящее время изгибание дуги Японских о-вов со скоростью около 10 см в год и сокращение поперечных размеров центральной части о. Хонсю со скоростью 5 см в год. Если исходить из этих цифр, то для образования впадины Японского моря, учитывая ее возможное расширение в обе стороны, потребуется не более 5 млн лет. В случае образования рассматриваемой впадины в результате «океанизации» современные тектонические движения должны быть уникальными, не имевшими места в прошлом.

История развития впадины Японского моря

Исследования, проведенные автором, дают основание считать, что впадина Японского моря образовалась в результате растяжения земной коры и подстилающей ее части верхней мантии. На подводных возвышенностях с корой субконтинентального типа растяжение было незначительным; во впадинах — более существенным, в них образовалась субокеаническая кора; в глубоководных котловинах (Центральной и Хонсю) растяжение было максимальным, гранитно-метаморфический слой исчез и возникла кора океанического типа. Она формировалась в результате подводных излияний базальтоидных лав.

В конце раннемеловой эпохи образовался глубинный разлом, отделивший Прибрежный антиклинорий Сихотэ-Алиня и зону, расположенную севернее от суши, простиравшейся к востоку. Этот разлом вскоре превратился во впадину, бортами которой служили разломы — раздвиги.

В зоне впадины, подобной по происхождению африканским рифтам, происходило растяжение земной коры, компенсировавшееся ее сжатием в пределах Сихотэ-Алинской области и Японских о-вов. Этим объясняется начавшееся воздымание указанных областей и отступление морских бассейнов, которое произошло в конце раннего мела. К началу позднемеловой эпохи образовалась цепочка рифтовых впадин общей длиной уже око-



Реконструкция палеогеографической обстановки для олигоценовой эпохи. К этому времени северо-западная часть впадины Японского моря закончила свое формирование, а юго-восточная продолжала расширяться и углубляться. На дне моря извергались многочисленные вулканы и создавались подводные вулканические возвышенности. На материке проявлялось слабо выраженное растяжение земной коры, что вызывало образование впадин, занятых озерами и болотами. На Японских о-вах земная кора испытывала сжатие. 1 — холмистая и горная суша; 2 — озера и болота; 3 — мелководные моря; 4 — глубоководные морские бассейны; 5 — бассейны Тихого океана и Филиппинского моря; 6 — районы подводных вулканических извержений; 7 — активные разломы, установленные и предполагаемые; 8 — раздвиги.

ло 2500 км. Ее северное окончание располагалось в западной части Сахалина, а противоположное — близ южной оконечности Корейского п-ва. В начале позднемиоценовой эпохи¹ — в се-

¹ Позднемиоценовая эпоха подразделяется на сеноманский и туронский века, сеноманскую группу веков и датский век.

номанский и начале туронского веков — в морском бассейне, занимавшем указанную впадину, накапливались преимущественно обломочные отложения. На Сахалине они слагают нижнюю часть разреза Западно-Сахалинского синклинория.

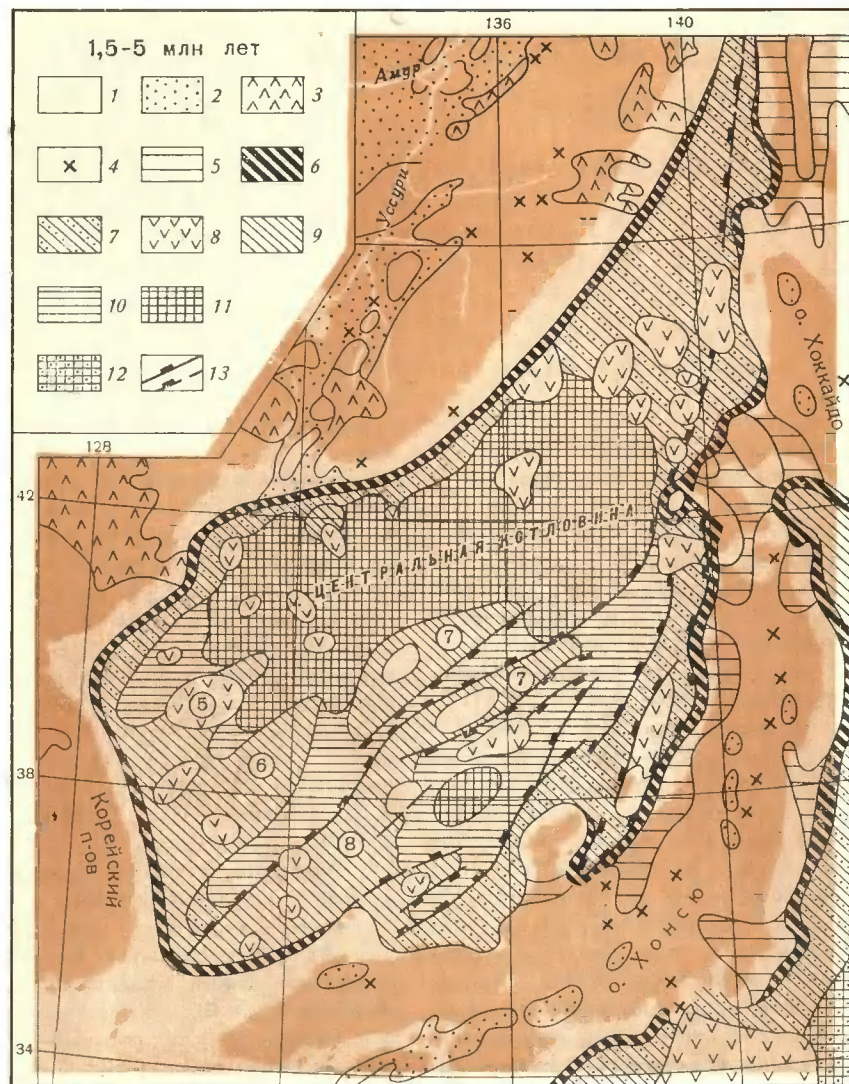
Конец турона — начало сенона были временем исключительно энергич-

ных тектонических движений. Борта первоначально узкой рифтовой впадины расширялись в обе стороны. В ее юго-западной части образовались новые разломы, возникла целая система раздвигов. Таким образом сформировалась сеть впадин, отделявших остаточные подводные возвышенности друг от друга, от материка и от Японских о-вов. В это же время прилегающие части суши наиболее интенсивно сжимались и превратились в горную сушу, где происходили интенсивные дислокации. Приблизительно к середине сенона материковый склон занял положение, близкое к современному.

В сеноне зона растяжения земной коры распространилась за пределы впадины Японского моря. По периферии ее возникли глубокие разломы, по ним поступали магматические расплавы. В результате образовались мощные толщи вулканогенных отложений и на материке, и на Японских о-вах. С вулканогенными породами генетически были связаны многочисленные интрузии. Вот почему в этот период времени здесь сформировались многочисленные месторождения различных полезных ископаемых.

К началу палеоцена сколько-нибудь существенные горизонтальные перемещения материковой части региона прекратились. В кайнозое здесь во впадинах накапливались континентальные отложения, но продолжались и вулканические процессы. В неоген-четвертичное время формировались сводовые поднятия и обширные межгорные впадины. Иначе проходило развитие Японских о-вов. В конце сенона, датском веке и палеогеновом периоде впадина Японского моря росла в восточном направлении. В это время земная кора в пределах Японских о-вов вновь сжималась. В результате эта территория поднималась и была нарушена интенсивными дислокациями.

В миоцене растяжение земной коры распространилось на территорию Японских о-вов и Сахалина. Здесь возникло множество глубоких разломов, и обширные участки начали интенсивное погружение. Через разломы поступали огромные массы вулканических продуктов. Таким образом образовалась своеобразная вторич-



Реконструкция палеогеографической обстановки для конца плиоценовой эпохи. Впадина Японского моря приняла современные очертания. Шельф на материковом побережье представлял собой сушу. На Японских о-вах преобладало поднятие территории, но местами продолжались прогибы. На Сахалине осевая часть Западно-Сахалинских гор поднималась выше уровня моря. 1 — суша горная и холмистая, в пределах современного шельфа — равнинная; 2 — озерно-речные равнины; 3 — районы интенсивного вулканизма; 4 — отдельные вулканы; 5—12 — структуры морского и океанического дна: 5 — шельфы; 6 — материковые и островные склоны; 7 — материковые и островные подножия; 8 — вулканические подводные возвышенности; 9 — остаточные подводные возвышенности; 10 — впадины; 11 — глубоководные котловины; 12 — глубоководный желоб; 13 — раздвиги.

ная геосинклиналь, в которой в миоцене накопилась мощная (до 10 000 м) толща вулканогенно-осадочных отложений. В плиоцене растяжение земной коры локализовалось преимуще-

ственно в пределах впадины Японского моря. На территориях Сахалина и Японских о-вов вновь начало сказываться сжатие земной коры, они вновь воздымались и формировались

складчатые и разрывные деформации. Этот процесс продолжается и сейчас.

*

Итак, Японское море образовалось в результате глубинного разлома и последующего растяжения земной коры с одновременным сжатием коры в пределах окружающей его суши. По-видимому, и другие глубоководные впадины морей, окаймляющих Тихий океан с запада (Восточно-Китайского, Южно-Китайского, Индонезийских, Кораллового и Тасманова), по ряду признаков можно отнести к тому же типу развития. Есть основания предполагать, что аналогичный процесс происходил и происходит в котловинах Берингова, Охотского и Филиппинского морей.

Однако проблема эта только поставлена и необходимы дальнейшие исследования, чтобы выяснить происхождение глубоких котловин окраинных морей Тихого океана.

✓ДК 551.462; 551.24.

Рекомендуемая литература

Н. А. Беляевский, Б. А. Петрушевский. ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЛОГИИ ЗОНЫ СОЧЛЕНЕНИЯ АЗИАТСКОГО МАТЕРИКА И ТИХОГО ОКЕАНА. В кн.: Тектоника Советского Дальнего Востока и прилегающих акваторий. М., «Наука», 1968.

Н. П. Васильковский. ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ И ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИСТОРИЯ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ВЕТВИ ТИХООКЕАНСКОГО ПОЯСА. В кн.: Геология зоны перехода от Азиатского материка к Тихому океану. М., «Наука», 1968.

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ЯПОНСКИХ ОСТРОВОВ. М., «Мир», 1968. Геология СССР, т. XXXII. Приморский край. М., «Недра», 1969.

П. Н. Кропоткин. СООТНОШЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ И ГЛУБИННОЙ СТРУКТУРЫ И ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИЖЕНИЙ ЗЕМНОЙ КОРЫ. М., «Наука», 1964. Океан. М., «Мир», 1971.

Новая историческая общность — советский народ

Профессор В. В. Покшишевский



Вадим Вячеславович Покшишевский, доктор географических наук, старший научный сотрудник Института этнографии им. Н. Н. Миклухо-Маклая АН СССР. Работает над общими проблемами экономической географии, географии населения и демографии. Книги: Экономическая география в СССР. М., 1965 (соавтор); География населения СССР. М., 1971; География населения зарубежных стран. М., 1971.

В результате победы Великой Октябрьской социалистической революции впервые в истории человечества было создано социалистическое общество, в котором стали равноправными все народы — большие и малые. В 1922 г. волею этих народов, в боях отстаивавших власть рабочих и крестьян, был учрежден великий Союз Советских Социалистических Республик.

Вспомним, что писал В. И. Ленин совсем незадолго до образования СССР, в 1921 г., о землях, которые составили тогда территорию нашего государства: «К северу от Вологды, к юго-востоку от Ростова-на-Дону и от Саратова, к югу от Оренбурга и от Омска, к северу от Томска идут необъятнейшие пространства, на которых уместились бы десятки громадных культурных государств. И на всех этих пространствах царит патриархальщина, полудикость и самая настоящая дикость»¹.

Глядя сейчас на расцвет экономики и культуры «к северу от Вологды», «к югу от Оренбурга» и в других регионах, о которых писал В. И. Ленин, мы взволнованно оцениваем путь, пройденный за полвека семьей народов СССР, составивших великий Советский Союз.

Изменения на карте

Карта советских республик самого начала 20-х годов была во многом непохожа на современную. Российская социалистическая федерация занимала на ней территорию даже большую, чем ныне: еще не стали

союзными республиками ни Казахстан, ни Киргизия, ни Туркмения — они входили тогда в РСФСР в качестве автономных республик. Во многих внутренних районах РСФСР, где среди населения значительную долю составляют нерусские, уже наметились границы местных автономий, но это было еще не всюду, да и часть автономий, сейчас представляющих собой автономные республики, достигала тогда лишь уровня автономных областей. Только в 1922 г. была создана огромная по площади Якутская АССР, занявшая почти $\frac{1}{3}$ современной территории РСФСР.

В Закавказье советскими сначала (с 1920 г.) стали Азербайджан и Армения; лишь в феврале 1921 г. трудящиеся Грузии сбросили буржуазно-меньшевистское правительство, а образование ЗСФСР — федерации трех социалистических республик Закавказья, вошедшей в СССР при его образовании (ныне каждая из них входит в него непосредственно как отдельная союзная республика), — осуществилось только в 1922 г.

До 1922 г. сохранялись еще и среднеазиатские ханства — отсталые феодальные монархии; на большей же части территории Средней Азии победила советская власть и сформировалась Туркестанская АССР, входившая в РСФСР. Только в 1922 г. в результате восстаний трудящихся власть хивинского хана и бухарского эмира была свергнута, — возникли Хорезмская и Бухарская советские народные республики. В 1924 г. в результате национального размежевания сложились современные границы Узбекской ССР и Туркменской ССР (Таджикистан до 1929 г. входил в состав Уз-

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 43, стр. 228.

бекской ССР в качестве автономной республики, а Казахстан и Киргизия, как сказано выше, не выделились еще из состава РСФСР).

На Дальнем Востоке созданная под руководством большевиков для борьбы с контрреволюцией и интервенцией буферная демократическая Дальневосточная республика (ДВР) лишь в конце 1922 г., очистив Приморье от белогвардейцев и интервентов, воссоединилась с РСФСР.

На западе не существовало тогда союзных республик: Молдавской, Литовской, Латвийской, Эстонской; лишь левобережная часть Молдавии оформилась (и то только к 1924 г.) в Молдавскую АССР в составе УССР. Сама Украинская ССР еще была лишена своих западных областей, когда-то, в XVIII в., при разделах Речи Посполитой, уступленных Екатериной II империи Габсбургов; позже эти украинские земли входили в состав буржуазной Польши и частично Румынии; воссоединены с УССР они были только в 1939 г.¹ Не были воссоединены еще с Белорусской ССР и западно-белорусские земли; столица БССР — Минск, находилась почти у самой границы, отделявшей первое и единственное тогда социалистическое государство от враждебного ему мира капитализма...

В состав РСФСР тогда еще не вошла Тува; Советской России не были возвращены Южный Сахалин и Курилы. Иными были и северо-западные границы Российской Федерации: Карельский перешеек, территория Выборгского уезда бывшей Петербургской губернии, некоторые районы Карельской АССР и русская Печенга на западе Мурманского побережья не стали еще советскими. В то же время в состав РСФСР входили Казахстан, Туркменистан, Узбекистан, Киргизия, Таджикистан, позже ставшие союзными республиками.

Путь политического, экономического, культурного подъема, который народы, объединившиеся в великое социалистическое государство, прошли за 50 лет, получил яркое отражение в преобразованиях административно-политического статуса автономий, уч-

Формирование территориальной политико-административной структуры Советского Союза

Таблица 1

Политико-административные единицы	Годы, когда они приобрели статус			Современное (на начало 1971 г.) население (тыс. чел.)
	автономной, области	автономной республики	союзной республики	
РСФСР	—	—	1917	130697
Украинская ССР	—	—	1917	47496
Белорусская ССР	—	—	1919	9074
Узбекская ССР	—	—	1924 ¹ (с дек. 1922 по окт. 1924 — сов. народн. респ.: Хорезмская и Бухарская)	12305
Казахская ССР	—	1920 (под назв. Киргизской АССР в составе РСФСР)	1936	13068
Грузинская ССР	—	—	1921	4734
Азербайджанская ССР	—	—	1920	5219
Литовская ССР	—	—	1940	3166
Молдавская ССР	—	1924 (в составе УССР)	1940	3619
Латвийская ССР	—	—	1940	2386
Киргизская ССР	1924 (Кара-киргизская АО, с 1925 — Киргизская АО)	1926 (в составе РСФСР)	1936	3003
Таджикская ССР	—	1924 (в составе УзССР)	1929	2987
Армянская ССР	—	—	1920	2545
Туркменская ССР	—	—	1924	2223
Эстонская ССР	—	—	1940	1374
В составе РСФСР:				
Башкирская АССР	—	1919	—	3838
Бурятская АССР	1922 (Бурято-Монгольская и Монголо-Бурятская АО)	1923	—	817
Дагестанская АССР	—	1921	—	1457
Кабардино-Балкарская АССР	1921 (Кабардинская АО)	1936	—	600
Калмыцкая АССР	1920	1935	—	267
Карельская АССР	1920 (Карельская трудовая коммуна)	1923	—	711
Коми АССР	1921	1936	—	974
Марийская АССР	1920	1936	—	687
Мордовская АССР	1930	1934	—	1029
Северо-Осетинская АССР	1924 ²	1936	—	560
Татарская АССР	—	1920	—	3165
Тувинская АССР	1944	1961	—	235
Удмуртская АССР	1920 («Вотская АО»)	1934	—	1422
Чечено-Ингушская АССР	1922 (и 1924) ²	1936	—	1084

¹ Закарпатская область вошла в состав УССР только в 1945 г.

Таблица 1 (окончание)

Политико-административные единицы	Годы, когда они преобрели статус			Современное (на начало 1971 г.) население (тыс. чел.)
	автономной области	автономной республики	союзной республики	
Чувашская АССР	1920	1925	—	1237
Якутская АССР	—	1922	—	676
Адыгейская АО	1922	—	—	389
Горно-Алтайская АО	1922	—	—	167
Еврейская АО	1934	—	—	176
Карачаево-Черкесская АО	1922 ²	—	—	347
Хакасская АО	1930	—	—	447
В составе других союзных республик:				
Абхазская АССР	—	1921	—	489
Аджарская АССР	—	1921	—	316
Горно-Бадахшанская АО	1925	—	—	101
Каракалпакская АССР	1925	1932	—	723
		(до 1936 г. — в сост. РСФСР)		
Нагорно-Карабахская АО	1923	—	—	152
Нахичеванская АССР	1920	1924	—	206
Юго-Осетинская АО	1922	—	—	100

¹ В 1918—1924 гг. в Средней Азии существовала Туркестанская АССР, входившая в Российскую Федерацию. Охватывала территории современных Узбекской (частично), Туркменской, Таджикской, Киргизской и частично территорию Казахской союзных республик.

² В 1921 г. возникла Горская АССР, объединившая несколько горских народов Северного Кавказа. В том же году из нее выделилась Кабардино-Балкарская АО, в 1922 г. — Карачаево-Черкесская АО и Чеченская АО; в 1924 г. оставшаяся территория Горской АССР разделилась на Ингушскую и Северо-Осетинскую АО.

режденных в основном уже в начале этого пути (в 20-х годах и лишь в некоторых случаях — в 30-х). Как шло преобразование, приведшее к современному административно-политическому делению СССР, отражено в табл. 1 (жирным шрифтом набраны даты последних изменений, определившие современный статус соответствующей автономии).

На карте нашей Родины появлялись все новые и новые очаги социалистической государственности, они разгорались все ярче, переходя от статуса автономных областей к статусу автономных, а иногда и союзных республик. К началу 30-х годов все чаще стали загораться и огоньки национальных округов, свидетельствуя об успешном развитии в семье народов Советского Союза малых этнических общностей, насчитывавших лишь десятки тысяч или тысячи человек.

Раньше всех, еще в 1925 г., был организован Коми-Пермяцкий нацио-

нальный округ; затем возник Ненецкий (1929 г.). В 1930 г. была организована основная масса национальных округов малых народов Севера: Ханты-Мансийский, Ямало-Ненецкий, Эвенкийский, Долгано-Ненецкий (Таймырский), Корякский, Чукотский. Наконец, в 1937 г., в ходе уточнения границ Бурятской АССР, в Прибайкалье и Забайкалье было создано два бурятских национальных округа — Усть-Ордынский и Агинский.

Национальные округа, в которых свою социалистическую государственность получил целый ряд малых народов или этнических анклавов, охватили более 4 млн км². Это — поучительный пример успеха национально-государственного строительства на редкозаселенных пространствах: всего в национальных округах к началу 1971 г. проживало лишь около миллиона человек; плотность населения в некоторых из них составляла только 0,02—0,05 чел/км².

Этнические территории и политико-административные единицы

Если наложить на карту расселения народов СССР прозрачный плекс с обозначенными на нем границами союзных и автономных республик, автономных областей и национальных округов, то почти всюду этнические ареалы народов, образовавших эти политические единицы, окажутся вписанными в соответствующие границы. Последовательное проведение ленинской национальной политики обеспечило не только самоопределение, не только свободное этническое развитие каждого из народов СССР, но и их небывалый экономический и культурный подъем. Благодаря этому был реализован принцип, теоретически установленный революционным марксизмом в борьбе против оппортунистической теории «культурно-национальной автономии» О. Бауэра задолго до победы социализма в нашей стране. Это — территориальный принцип решения национального вопроса.

Этнические территории каждого из сколько-нибудь значительных и достаточно компактно живущих народов нашей страны стали либо союзными, либо автономными республиками, или же автономными областями и национальными округами. В табл. 1 мы уже видели хронологическую картину создания этих политико-территориальных единиц разных уровней, равно как и ход изменения этих уровней по мере возрастания зрелости многих из образовавших эти единицы народов.

Всего в СССР сейчас 15 союзных республик, 20 автономных республик, 8 автономных областей и 10 национальных округов. На их территориях свою государственность или политическую автономию обрели более 48 народов¹. Число это не совпадает

¹ В Дагестанской АССР живет несколько десятков народов (из них 4 народа насчитывают более 100 тыс. чел. каждый), в этностатистике объединяемых обобщенным термином «народности Дагестана». В тексте мы их приняли, не расчленив, поэтому и употреблено выражение «более».

с числом политико-административных единиц, так как некоторые народы образовали не одну, а две¹ или даже три единицы (в последнем случае можно напомнить о бурятах, которые образовали не только Бурятскую АССР, но и два национальных округа, и о ненцах, чрезвычайно разбросанное расселение которых обусловило наличие даже трех национальных округов: Ненецкого в Архангельской области, Ямало-Ненецкого — в Тюменской и Долгано-Ненецкого в Красноярском крае). В то же время некоторые автономные республики, автономные области и даже национальные округа образованы больше чем одним народом. Кроме уже упомянутой Дагестанской АССР можно напомнить здесь Чечено-Ингушскую АССР, Карачаево-Черкесскую АО, Ханты-Мансийский национальный округ.

Итак, в СССР постепенно сложилось положение, когда этническая территория стала соответствовать политико-административной единице. Но что такое этническая территория?

На первый взгляд — это территория, преимущественно заселенная каким-либо народом; та, на которой он составляет большинство². Однако эта «мажоритарная» концепция слишком механистична и не учитывает интересов национальных меньшинств. Поэтому необходим иной критерий этнической территории: это район, в границах которого сосредоточена большая часть народа, образовавшего соответствующую союзную или автономную республику, автономную область или национальный округ.

Стоит нам принять такое понимание этнической территории — и все сразу становится на свои места. Обра-

тим тут же внимание на политическое значение именно этого критерия: ведь только он обеспечивает всем национальностям оптимальные условия развития национальной культуры, обучения детей на их родном языке, издание на нем газет, журналов, книг и т. д.

Посмотрим снова на этнографическую карту, на очерченные на ней районы, заселенные отдельными народами. Почти во всех случаях они полностью вписаны в политико-административные границы (о нескольких исключениях будет сказано ниже). Границы эти проложены так, чтобы внутри границ автономии оказалась по возможности наибольшая часть коренного для данного района населения.

При выделении национальных автономий или проведении границ союзных республик (а происходило это в большинстве случаев пять или без малого пять десятилетий назад) во внимание принимались все доступные этно-демографо-статистические данные; учитывалась конфигурация путей сообщения и связанные с этим условия транспортного тяготения тех или иных участков к крупным центрам; особенности рельефа, в отдельных местностях разобщавшего население, и т. д. — словом, вопрос тщательно изучался. В сложных случаях проводились специальные этногеографические исследования. Перед национальным размежеванием в Средней Азии были учтены, в частности, указания В. И. Ленина о необходимости «составить карту (этнографическую и проч.) Туркестана с подразделением на Узбекию, Киргизию и Туркмению» с тем, чтобы «детальнее выяснить условия сплитания или разделения этих 3 частей»¹.

Результаты этой системы мероприятий по национально-административному строительству хорошо видны на табл. 2. Левая половина таблицы (столбцы 1—4) показывает современную национально-этническую структуру населения союзных республик и наиболее крупных (с населением более 0,5 млн чел.) автономных республик. В правой части таблицы (столбцы 5—6) показано, какая доля (в %)

¹ В. И. Ленин. Полн. собр. соч., т. 41, стр. 436.

народа, давшего имя этой республике¹, сосредоточена в ее границах (жирным шрифтом выделены цифры, превышающие 80%). Не правда ли, картина соответствия административно-политических границ этническим ареалам весьма выразительна?!

Почти всюду в таблице цифры в 6-м столбце выше, чем во 2-м, и это, в свете сказанного ранее, вполне понятно. Однако есть и исключения (правда, единичные и всегда хорошо объяснимые). Таких случаев в таблице четыре. Первый относится к армянам; их расселение по всему Закавказью, во внутренних районах Российской империи и по многим зарубежным странам было историческим следствием жестоких притеснений со стороны турецких и персидских властителей; даже в 1970 г. на современной этнической армянской территории концентрировалось менее $\frac{2}{3}$ всего числа армян — граждан СССР. Три других случая относятся к народам Среднего Поволжья — татарам, чувашам и мордвям. Здесь снова называются исторические причины (правда, совсем иные). В период русской колонизации Поволжья коренное население этого края широко вовлекалось в этот процесс (так называемые «служилые инородцы», которым московское правительство часто отводило земли на создававшихся новых рубежах, в том числе и вдали от основных очагов их обитания). Татары, как наиболее развитый экономически и широко втянутый в торговые отношения народ Поволжья, издавна играли большую роль в жизни всего волжского бассейна²; языковая близость и общность религии облегчала проникновение татарских купцов и

¹ Армяне составляют, например, основную народ не только Армянской ССР, но и Нагорно-Карабахской АО, входящей в состав Азербайджанской ССР; азербайджанцы — основной народ не только Азербайджанской ССР, но и Нахичеванской АССР; осетины — Северо-Осетинской АССР и Юго-Осетинской АО и т. д.

² Содержательную критику этой, так называемой мажоритарной точки зрения дал П. И. Кушнер (Кнышев) в классическом труде «Этнические территории и этнические границы» (М., 1951).

¹ Разумеется, здесь принимаются во внимание лишь те представители народа, которые являются советскими гражданами. В некоторых случаях значительные части народа живут за рубежом. Наиболее выразительные примеры: в СССР живет 2,1 млн таджиков, а в Афганистане их около 3 млн; азербайджанцев в Иране, по-видимому, больше, чем в СССР. Из более 4 млн армян в СССР живет лишь 3,6 млн; около 40% туркмен живут за пределами СССР.

² В соседней Башкирской АССР перепись 1970 г. насчитала татар больше, чем башкир (945 тыс. против 892 тыс. чел.).

Таблица 2

Политико-административные единицы и этнические территории

Политико-административные единицы	Нац. структура (%)			Народы	Какая часть дан-ного народа жи-вет в «своей» (союзной или автономной) рес-публике (%)
	коренной на-род (или на-роды)	русские	остальные народы		
1	2	3	4	5	6
РСФСР	82,8	82,8	17,2	русские	83,5
УССР	74,9	19,4	5,7	украинцы	87,0
БССР	81,0	10,4	8,6	белорусы	80,5
УзССР	64,8	12,5	22,8	узбеки	84,1
КазССР	32,4	42,8	24,8	казахи	78,5
ГрузССР	66,8	8,5	24,7	грузины	96,5
АзербССР	73,8	10,0	16,2	азербайджанцы	86,2
ЛитССР	81,1	8,6	11,3	литовцы	94,1
МолдССР	64,6	11,6	23,8	молдаване	85,4
ЛатвССР	56,8	29,8	13,4	латыши	93,8
КиргССР	43,8	29,2	27,0	киргизы	88,5
ТаджССР	56,2	11,9	31,9	таджики	76,3
АрмССР	88,6	2,7	8,7	армяне	62,0 ¹
ТуркмССР	65,6	14,5	19,9	туркмены	92,9
ЭстССР	68,2	24,7	7,1	эстонцы	91,9
Башкирская АССР	23,4	44,9	31,7	башкиры	72,0
Бурятская АССР	22,0	73,5	4,5	буряты	56,8 ²
Дагестанская АССР	74,2	14,7	11,1	народы Дагеста-на	95,8
Кабардино-Балкарская АССР	50,7	32,1	17,2	кабардинцы	91,4
				балкарцы	85,0
Карельская АССР	11,8	68,1	20,1	карелы	57,9
Коми АССР	28,6	53,1	18,3	коми (зыряне)	85,7
Марийская АССР	43,6	46,8	9,6	марийцы	50,0
Мордовская АССР	35,4	58,0	6,6	мордва	28,9
Северо-Осетинская АССР	48,7	33,6	17,7	осетины	55,1 ³
Татарская АССР	49,5	40,2	10,3	татары	25,9
Удмуртская АССР	34,1	57,1	8,8	удмурты	68,8
Чечено-Ингушская АССР	58,5	34,5	7,0	чеченцы	83,0
				ингуши	65,9
Чувашская АССР	70,0	24,4	5,6	чуваши	50,5
Якутская АССР	43,1	47,3	9,6	якуты	96,6
Каракалпакская АССР	31,1	3,5	65,4	каракалпаки	92,4

¹ Армяне составляют компактное большинство (почти 3/4) в Нагорно-Карабахской АО. Всего на этнических армянских территориях живет 65,5% армян — граждан СССР.

² Кроме бурят, сосредоточенных в БАСР, еще около 30% бурят проживает в двух бурятских национальных округах.

³ Вместе с Юго-Осетинской АО доля осетин, живущих на этнических территориях, возрастает до 68,1%.

приказчиков, мулл (а впоследствии — и толмачей при царских чиновниках) в Среднюю Азию и в Казахстан¹. Народы Поволжья были втянуты и в русское переселенческое движение в Сибирь. В результате области их рас-

селения оказались как бы размыты-ми, а то и разорванными. Особенно размыта этническая территория мордвы, что, кстати сказать, ведет, видимо, и к ассимиляции части мордовского населения; по крайней мере численность тех, кто относил себя к мордве, по последним трем переписям постоянно сокращалась (1939 г. — 1456 тыс. чел., 1959 г. — 1285 тыс., 1970 г. — 1263 тыс.).

¹ По переписи 1970 г. число татар в четырех среднеазиатских республиках превысило 0,75 млн, в Казахстане приближалось к 0,3 млн.

Расцвет и сближение наций

Победа Великой Октябрьской социалистической революции, образование в 1922 г. Советского Союза обеспечили невиданный подъем культуры всех населяющих его народов, их экономическое процветание в совместном труде — и не только простой рост благосостояния и таких внешних черт культуры, как грамотность, охват населения средним и высшим образованием, создание научных учреждений и т. п. Оглядываясь на пройденный за полвека путь, мы убеждаемся, что за это время энергично протекали два чисто этнических процесса. С точки зрения формальной логики эти процессы как бы противостоят друг другу, но в действительности они связаны глубоким диалектическим единством.

Первый процесс — консолидация наций, растворение в них мелких этнографических групп с их диалектами и локальным бытовым укладом, рост этнического самосознания, развитие национального литературного языка, переосмысление старых национальных культурных ценностей (эпос, фольклор, архитектура, народные художественные промыслы и т. п.) и активное создание новых национальных духовных ценностей (иногда в областях, ранее почти неведомых для некоторых народов, как, например, оперное искусство).

Второй процесс — сближение наций, заимствование каждой из них не только производственных достижений других наций, но и овладение творениями «чужой» культуры, которая впервые в истории перестает быть чуждой, а делается братской. Этот процесс определяется единством социального строя, общностью экономики и политики, усиливается единством советской идеологии, революционными традициями интернационализма. Процесс сближения наций осуществляется множеством путей: и прямым освоением национальных духовных ценностей (например, путем перевода литературных произведений); и распространением двуязычия; и проникновением в быт всех народов некоторых обычаев, прежде свойственных лишь одному

из них; и учащающимися смешанными в этническом отношении браками...

Основу, благодаря которой оба процесса не только не противоречат друг другу, но тесно связаны, составляют единство общественного строя и общая задача всех народов — построение коммунизма.

Некоторые стороны сближения наций поддаются как бы количественному измерению; во всяком случае, есть показатели, позволяющие «в мере и в числе» ощутить размах этого процесса. Перепись 1970 г. содержала (впервые в нашей стране) вопрос не только о родном языке, но и о втором языке народов СССР, которым опрашиваемый свободно владеет¹.

Оказалось, что 52 млн чел. (21,5% всего населения) свободно владеет одним из «неродных» для него языков, в том числе на долю русского пришлось 41,9 млн чел. Здесь следует обратить внимание, что, во-первых, ответ касался свободного владения вторым языком, а, во-вторых, в соответствующие показатели не включаются лица, рассматривающие язык не своего народа как родной для себя (в частности, среди нерусских русский язык признали для себя родным, т. е. как бы «первым», 13,0 млн чел.).

Это показывает высокую роль в сближении наций СССР русского языка, которым в 1970 г. владели в качестве родного 128,8 млн русских и 13,0 млн нерусских, в качестве второго — 41,9 млн чел., а всего — 183,7 млн чел., или более $\frac{3}{4}$ населения Советского Союза. К этому следует добавить еще тех, кто не счел вправе отнести себя к свободно владеющим русским языком, а также вспомнить факт значительной взаимопонятности русской, украинской, белорусской речи.

При оценке процесса сближения наций большое значение приобретает частота смешанных в этническом отношении браков. Сейчас, до деталь-

ных разработок материалов переписи 1970 г., еще невозможно иметь полную картину таких браков по всей стране; но выборочные обследования, проводившиеся этнографами в разных районах и городах, в том числе на контактах обитания различных народов и в таких многонациональных городах, как Казань или Душанбе, рисуют яркие черты межнационального сближения и в рамках этого «механизма».

На более ранних этапах развития СССР главным в этнических процессах была консолидация наций, либо становившихся социалистическими из прежних буржуазных (если до 1917 г. они уже успели пройти путь капиталистического развития), либо формировавшихся заново — уже сразу в виде социалистических — из народностей, которые до революции не достигли еще стадии нации. Позже, когда консолидацию уже можно было считать в основном завершившейся, на первый план выдвинулось сближение наций. Сейчас именно это — самое существенное в этнических процессах. Для советских этнографов процесс сближения наций становится главной темой изучения.

При этом, как завершающий результат длящегося уже полвека великого эксперимента гармоничного многонационального государства, в «стадиальной лестнице» изучаемых этнографами исторических общностей (племя — племенная общность — народность — нация) появляется и высшая ступенька, которой до сих пор не знала наша планета. «За годы социалистического строительства в нашей стране, — говорил на XXIV съезде КПСС Л. И. Брежнев, — возникла новая историческая общность людей — советский народ». Становление этой общности — результат «постепенного сближения наций и народностей нашей страны. Это сближение происходит в условиях внимательного учета национальных особенностей, развития социалистических национальных культур»¹.

Возникновение новой исторической общности людей — замечательное следствие процесса сближения

наций, происходившего в условиях социалистического общественного устройства, в рамках вот уже полвека существующего великого Советского Союза.

Этнографы еще не придумали термина для обозначения этой исторической общности, оказавшейся на самом вершине «стадиальной лестницы» этнических общностей. Видимо, здесь подошел бы термин «семья наций», но он уже как бы «занят» — при широко принятой советской наукой классификации народов по этнолингвистическому признаку привычным стало понятие языковой семьи. Но дело, конечно, не в названии. Ощущение единства всех советских людей при сохранении многокрасочности и богатства их национальных культур, их национального самосознания — вот источник той торжественной радости, которую испытывает каждый из наших сограждан в славный год юбилея Советского Союза.

УДК 323.1, 342, 724.

Рекомендуемая литература

В. И. Ленин. К ВОПРОСУ О НАЦИОНАЛЬНОСТЯХ И ОБ «АВТОНОМИЗАЦИИ». Полн. собр. соч., т. 45.

Н. В. Подгорный. 50-ЛЕТИЕ СОЮЗА ССР — ЕДИНОГО МНОГОНАЦИОНАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВА. «Коммунист», 1972, № 8.

Ю. В. Бромлей. К ХАРАКТЕРИСТИКЕ ПОНЯТИЯ «ЭТНОС». В кн.: Расы и народы. Ежегодник, вып. 1. М., «Наука», 1971.

С. И. Брук. ЭТНОДЕМОГРАФИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В СССР. «Советская этнография», 1971, № 4.

ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ЛЕНИНСКОЙ НАЦИОНАЛЬНОЙ ПОЛИТИКИ У НАРОДОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА. Сб. М., «Наука», 1971.

СОВЕТСКИЙ СОЮЗ. Географическое описание в 22-х томах. М., «Мысль», 1966—1972.

М. Сужиков. СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОЙ КОНСОЛИДАЦИИ. Алма-Ата, Изд-во АН КазССР, 1968.

С. А. Токарев. ЭТНОГРАФИЯ НАРОДОВ СССР. М., Изд-во МГУ, 1958.

С. И. Якубовская. СТРОИТЕЛЬСТВО СОЮЗНОГО СОВЕТСКОГО СОЦИАЛИСТИЧЕСКОГО ГОСУДАРСТВА (1922—1925). М., 1960.

¹ В других многонациональных странах вопрос о втором языке в переписях встречается довольно часто. См.: А. И. Гозулов. Переписи населения земного шара. М., 1970, стр. 88—90.

¹ Материалы XXIV съезда КПСС. М., 1971, стр. 76.

Оптика и гидродинамика океана

Член-корреспондент АН СССР А. С. Монин
Профессор К. С. Шифрин



Андрей Сергеевич Монин, доктор физико-математических наук, директор Института океанологии АН СССР. Работает в области геофизической гидродинамики и турбулентности. В последние годы выполнил важные исследования по математическому моделированию циркуляции атмосферы и океана. Руководитель многих экспедиций.



Кузнецов Соломонович Шифрин, доктор физико-математических наук, заведует оптическим отделом Института океанологии АН СССР. Основной круг научных интересов связан с областью оптики мутных сред, оптики атмосферы и океана. Автор ряда тонких методов исследования малых частиц по особенностям светорассеяния. Эти методы нашли применение не только в геофизике, но и в технике и технологии.

Обычно рейсы океанологических судов посвящены длительному изучению свойств какого-либо одного района Мирового океана. Программа 5-го рейса научно-исследовательского судна «Дмитрий Менделеев» была построена по другому принципу. Главная научная задача рейса — за небольшой период исследовать боль-

шое число различных океанологических объектов. Это давало редкую возможность изучить физические явления, происходящие в океане в разнообразных условиях.

Исследования проводились по двум программам: оптике и гидродинамике. Цель оптических исследований — установить связь между оптическими

свойствами тех или других районов Мирового океана и факторами среды. Основная задача второй программы — изучение мелкомасштабных гидрофизических процессов в верхнем слое океана в крупных океанических течениях (пассатах, экваториальных течениях, Гольфстриме, Куро시오).

Оптические свойства морской воды разнообразны: она бывает прозрачной, мутной, синей, голубой, ярко-зеленой, мутно-зеленой, белесоватой. Для оценки прозрачности морской воды океанологи ввели специальную характеристику — относительную прозрачность. За борт корабля на теневой стороне опускают на тросе белый диск диаметром 30 см. Относительной прозрачностью называют глубину h в метрах, на которой диск перестает быть виден.

Измерения показывают, что в разных районах Мирового океана глубина h изменяется от 7—10 м в наиболее мутных водах, типа Панамского залива, до 67 м — в прозрачных водах Саргассова моря. Чем же вызвано такое различие? Морская вода состоит из трех компонентов: чистой, дистиллированной воды, растворенных в воде неорганических и органических веществ и взвешенных в воде частиц минерального или органического происхождения.

Неорганические соли, растворенные в воде, в видимой области спектра, т. е. там, где вода пропускает свет, полностью прозрачны. Однако органические вещества — гумиподобные соединения — заметно поглощают свет, особенно в сине-фиолетовой части спектра. Поэтому они имеют желтый цвет — их называют «желтым

веществом». Но главное влияние на оптические свойства океанической воды оказывают взвешенные в воде малые частицы — взвесь. Это бактерии, клетки фитопланктона и зоопланктона. Они попадают в океан с водами рек и атмосферными аэрозолями или возникают в самом океане из-за биологических процессов.

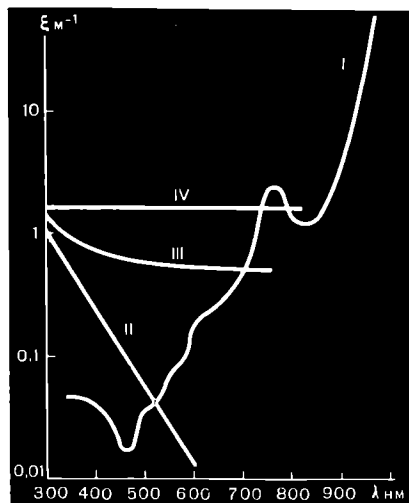
Основная часть взвеси состоит из столь малых частиц, что они не видны даже в оптический микроскоп. Поэтому необходим анализ светорассеяния — эффективный метод изучения малых взвешенных частиц и определения взвешенного в океане вещества. Очень важно было сопоставить оптические данные с прямыми измерениями взвеси, пигментов, растворенной органики с тем, чтобы оценить область применимости обоих методов. Исследования начались в Атлантике.

Исследования в Атлантике

Первым объектом экспедиции в Атлантическом океане было Северное пассатное течение. Пассатные течения — гигантская система, охватывающая значительную часть Мирового океана. Изучение их оптики и гидродинамики дает нам ключ к пониманию процессов формирования поля взвеси в этих течениях, их стабильности и механизма нагревания солнечным излучением.

С 30 января по 3 февраля 1971 г. мы прошли примерно 2200 км вдоль Северного тропика от берегов Африки к Флориде. При этом заметно увеличивалась прозрачность океанской воды. Если на первой станции (23°40' з. д.) глубина видимости белого диска h была 22 м, то в конце этого участка (55°40' з. д.) она составляла уже 42 м. Менялся и цвет океана — вода становилась более синей.

Измерения цвета океана по шкале Фореля — Уля и глубины исчезновения диска h велись на протяжении всего рейса. Теория показывает, что h приблизительно пропорциональна ϵ^{-1} . Здесь ϵ — показатель ослабления в морской воде параллельного пучка света для радиации с длиной волны, равной 0,55 мк излучения, к которому глаз наиболее чувствите-



Кривые спектрального ослабления света различными компонентами морской воды. По оси ординат — показатель ослабления ϵ , по оси абсцисс — длина волны в нанометрах. I — показатель ослабления света в идеально чистой воде. Резкий минимум лежит в синей области. Поэтому любой предмет, опущенный за борт, приобретает синий цвет — он виден сквозь слой воды, который является синим фильтром; II — показатель поглощения света растворенными органическими веществами. Поглощение резко возрастает в синей и ультрафиолетовой области; III — показатель ослабления свега малыми частицами, главным образом минеральными частицами, приносимыми в море реками, ветрами. Ослабление света на них возрастает в синей области спектра; IV — показатель ослабления света крупными частицами биологического происхождения (диатомовые водоросли, фораминиферы, органический детрит и др.). Ослабление света на них нейтрально, как на каплях облаков. Кривая I дана в абсолютном масштабе; масштаб других кривых зависит от концентрации соответствующего компонента. Типичные для Мирового океана показатели ослабления ϵ , рассеяния σ и поглощения κ света будут: $\epsilon = 0,23 \text{ м}^{-1}$, $\sigma = 0,16 \text{ м}^{-1}$, $\kappa = 0,07 \text{ м}^{-1}$.

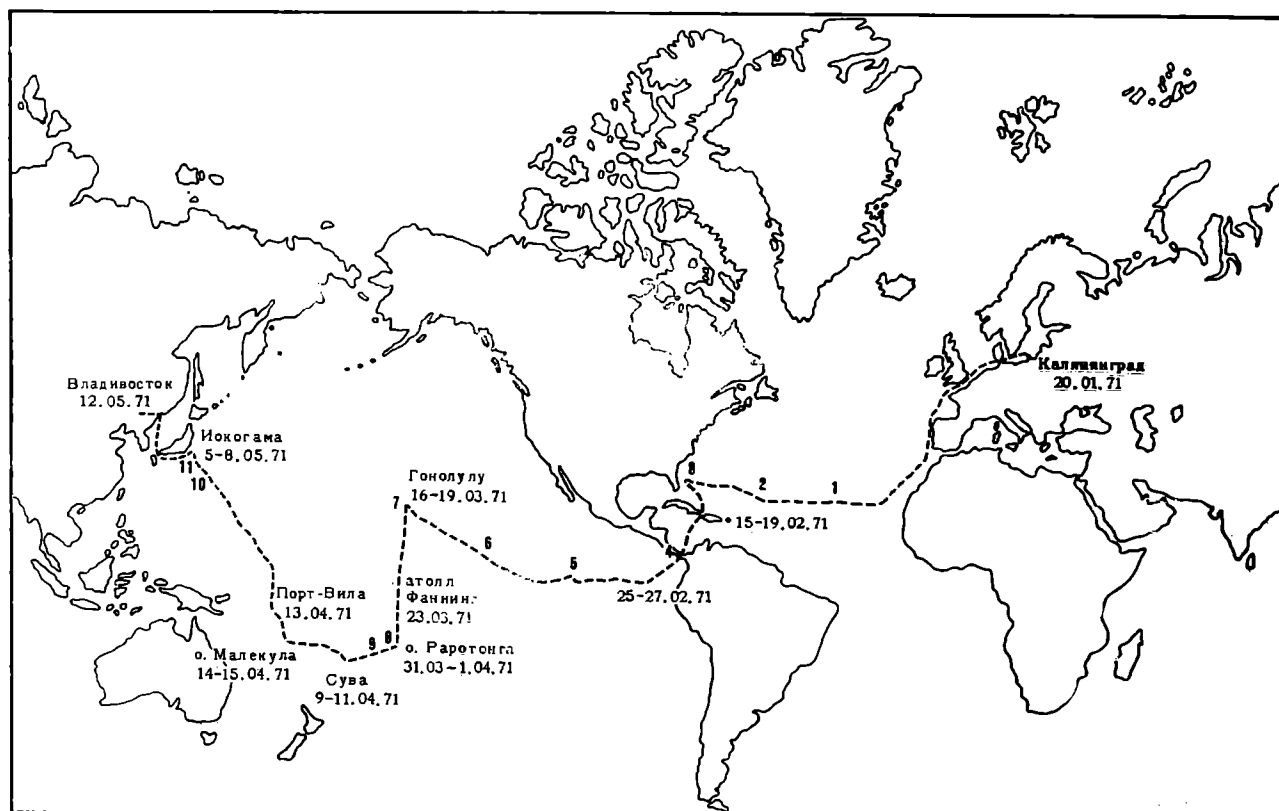
лен. Таким образом, измеряя h , мы оцениваем ϵ . Определять же глубину h значительно быстрее и удобнее, чем измерять ϵ с помощью тяжелых и громоздких прозрачноте-

С чем же связано, что по мере

удаления на запад от Африканского континента увеличивается прозрачность и вода становится синей? Вероятно, причину надо искать в постепенном ослаблении влияния огромных африканских пустынь, пыль которых переносится атмосферой и течениями на огромное расстояние. Некоторое значение имеет также ослабление переноса материковой взвеси, которую приносит Канарское течение. Верхний слой Северного пассатного течения (порядка 100—150 м) оказался сильно перемешанным — температура и прозрачность практически не изменялись по вертикали.

3 февраля экспедиция вошла в Саргассово море — огромную застойную область океана. Она находится в центре антициклонального круговорота поверхностных вод, и поэтому течения в ней слабые и неустойчивые. Замкнутый характер течений, окружающих эту область, препятствует поступлению туда посторонней взвеси и растворенных веществ. Только скопления желто-оливковых саргассовых водорослей, выделяющихся на фоне темно-синей воды, нарушают однородный синий тон этой океанской пустыни. Подобные застойные области встречаются и в других районах Мирового океана. Поэтому изучение Саргассова моря важно для понимания свойств целого ряда других океанологических объектов, ему подобных. Саргассово море характеризуется высокой и устойчивой прозрачностью воды, но оно до сих пор комплексно не изучалось. Мы пробыли здесь двое суток и выполнили полный цикл всех оптических измерений. Данные по вертикальным разрезам различных характеристик показывают, что за время измерений свойства вод заметно изменились. Объясняется это тем, что через станцию (60°06' з. д., 25°51' с. ш.) прошел меандрирующий¹ тепловой фронт, так что начало станции и ее окончание оказались в разных водах. Глубина видимости диска h оказалась около 40 м, балл цветности I—II. Это значение оказалось неожиданно малым. Принято считать, что воды Саргассова моря обладают уникальной

¹ От слова «Меандр» — по названию извилистой реки в Малой Азии.



Карта рейса. Объекты в Атлантическом океане: 1 — Северное пассатное течение; 2 — Саргассово море; 3 — Гольф-стрим. Объекты в Тихом океане: 4 — воды Панамского залива; 5 — экваториальная система течений; 6 — Северное пассатное течение; 7 — меридиональный гидрооптический разрез; 8 — район высокой прозрачности; 9 — впадина «Витязя» в желобе Тонга; 10 — тихоокеанский аналог Саргассова моря; 11 — Куросу

прозрачностью. Обычно для этого моря указывается рекордная глубина видимости диска — 66 м. Наши измерения не подтверждают этого, во всяком случае для юго-восточной части моря.

Индикатриса рассеяния¹, измеренная нами, также оказалась иной — более вытянутой, чем полученная ранее датским геофизиком Г. Куленбергом в центре Саргассова моря. Видимо, в районе нашей станции оказалось больше крупной взвеси, чем там, где работал Г. Куленберг. Как

показал подробный анализ светорассеяния, взвесь представляет собой смесь больших частиц неправильной формы и малых, почти сферических, частиц.

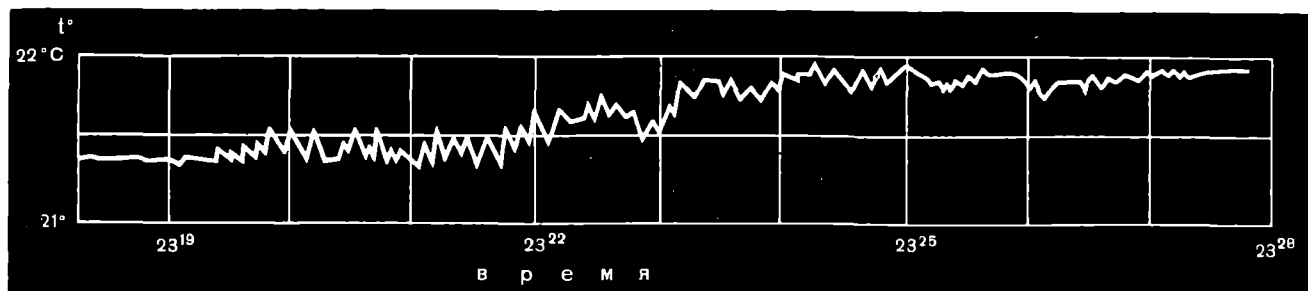
В зоне фронта были зарегистрированы ступенчатые вертикальные структуры температуры. В дальнейшем такие структуры, а также ступенчатые структуры профилей солёности и скорости регистрировались нами многократно — оказывается, они широко распространены в океане. Тем не менее с происхождением их не все ясно до сих пор.

Руководитель гидродинамической программы А. Н. Колмогоров предполагает, что ступенчатые структуры вызваны горизонтальной неоднородностью океана и взаимным послойным проникновением вод в соседние горизонты. Существует и другая гипотеза Тернера — Стоммеля. Суть ее

в том, что в морской воде молекулярный перенос тепла происходит быстрее, чем перенос соли. Это и вызывает возникновение ступенчатых структур. Третья гипотеза строится на различии в молекулярной диффузии импульса и тепла (в слоях с вертикальным градиентом скорости течения). Детальное исследование ступенчатых структур — дело будущего, однако анализ наблюдений, проведенных в рейсе, несомненно, приблизит нас к пониманию этого интереснейшего явления.

Последним объектом в Атлантическом океане был Гольфстрим — огромное течение протяженностью более 10 тыс. км, возникающее в западной части Атлантического океана и охватывающее район от Мексиканского залива до Шпицбергена и Кольского п-ва. Это уникальный природный объект, оказывающий боль-

¹ Индикатриса рассеяния — кривая, описывающая распределение по углам рассеянного света. Совсем малые частицы, размеры которых значительно меньше, чем 0,5 мкм, рассеивают свет вперед и назад одинаково. Крупные частицы почти весь рассеянный свет направляют вперед — их индикатриса рассеяния сильно вытянута.



Пример записи температуры воды на глубине около 70 м, произведенный 2 марта 1971 г. на экваторе (течение Кромвелла, район 106° з. д.). Датчик температуры находился на конце буксирной линии и колебался около уровня 70 м, где, по-видимому, находился тонкий слой с температурой, резко отличной от окружающей. Поэтому кривая температуры показывает резкие скачки.

шое влияние на климат Европы и Северо-Востока СССР.

С 11 по 13 февраля была проведена серия гидрооптических измерений, исследован поперечный разрез Гольфстрима. В Гольфстриме обнаружены, и по-видимому впервые, крупные ступенчатые структуры на больших глубинах и выше них — многочисленные мелкие ступеньки. Свидетельства о резкой вертикальной неоднородности океана были получены не только по данным о температуре и солености, но также по прозрачности и другим оптическим характеристикам.

В западной стороне течения вскрыты два слоя повышенной мутности на глубинах 70 и 140 м. Далее до глубины 250 м прозрачность все время возрастает. Оптические данные показали существенную горизонтальную неоднородность Гольфстрима: оказалось, что показатели ослабления и поглощения света по направлению к континенту убывают, т.е. струя Гольфстрима обладает повышенной мутностью. Этот результат оказался неожиданным, поскольку всегда считалось, что при приближении к континенту — источнику взвеси — мутность должна возрастать.

В Тихом океане

21 февраля «Дмитрий Менделеев» прошел Панамский канал и вышел в Тихий океан. Исследования начались здесь с сильно опресненных вод Панамского залива. Они оказались чрезвычайно мутными. Показатель ослаб-

ления света (для $\lambda = 0,473$ мкм¹) в этих водах равен $\varepsilon = 0,53$ м⁻¹, т. е. в 2—4 раза больше, чем в Пассатном течении и Саргассовом море.

Крупнейшей работой экспедиции было обследование экваториальной системы течений Тихого океана в интервале долгот от 88° з. д. до 164° в. д. Прежде всего предстояло выяснить, меандрирует ли экваториальное подтечение Кромвелла. В имевшихся описаниях этого течения обычно подчеркивалась его симметрия относительно экватора, что, в частности, означает и отсутствие меандрирования. Поэтому и теоретические модели течения Кромвелла также строились как симметричные относительно экватора. В то же время не предлагалось никакого теоретического обоснования невозможности меандрирования экваториальных течений. Более того, эффект, обеспечивающий развитие меандр в форме так называемых волн Россби, на экваторе максимален.

Результаты наших измерений показали отчетливую асимметрию течения Кромвелла относительно экватора и местами заметные отклонения его направления от строго экваториального, причем эти отклонения меняются с глубиной (так что течение не является плоскопараллельным) и имеют разные величины на различных долготах. Были зарегистрированы также асимметричные относительно экватора сечения полей температуры, соле-

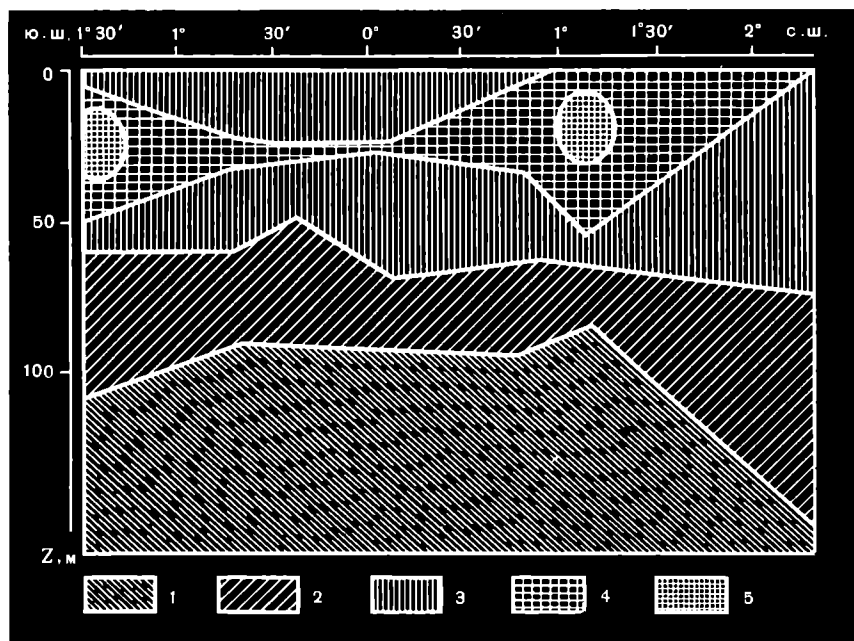
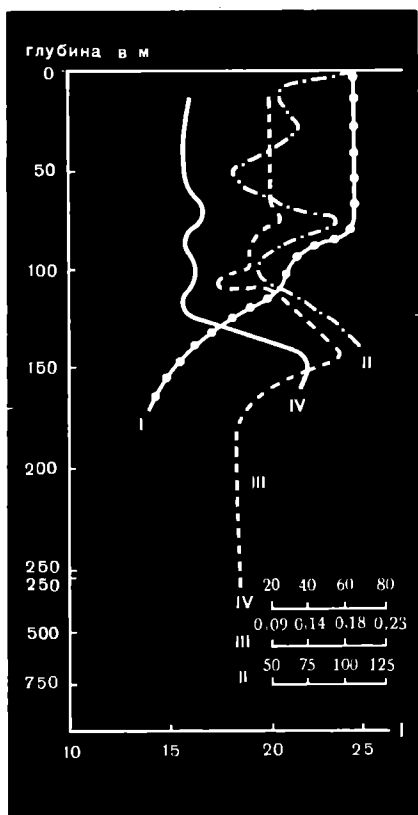
ности, концентрации кислорода и фосфатов. Несомненно, течение Кромвелла меандрирует, хотя детальное построение карт меандр остается делом будущего.

В оптических свойствах экваториальных вод, особенно Южного пассатного течения, проявилось влияние двух источников замутнения — сильного восточного, по-видимому, Перуанского течения, несущего терригенную и биогенную взвесь, и более слабого — западного, возможно, связанного с группой вулканических островов. Показатель ослабления света ε в м⁻¹ в поверхностных водах равнялся 0,25 м⁻¹ на востоке и 0,17 м⁻¹ на западе обследованной зоны. Верхний 50-метровый слой (Пассатное течение) и более глубокие воды (течение Кромвелла) по своим оптическим характеристикам заметно отличались друг от друга.

Распределение мутности имеет линзообразный характер. Вероятно, области мутности с севера и юга затягиваются к границе стыка противотечения Кромвелла с основным экваториальным течением. Здесь наблюдается наибольшая горизонтальная турбулентность. Она приводит к образованию перемычки мутности под экватором.

Новые данные были получены в результате изучения Северного пассатного течения в Тихом океане. Проведенные в нем гидрооптические измерения показали сравнительно высокую прозрачность вод ($\varepsilon = 0,140$ м⁻¹) и приблизительную оптическую однородность верхнего 100-метрового слоя океана.

¹ Далее все значения ε приводятся для $\lambda = 0,473$ мкм — это область максимальной прозрачности морской воды.



Распределение изолиний интенсивности светорассеяния под углом 45° в относительных единицах: < 20 (1); 20—40 (2); 40—60 (3); 60—80 (4); > 80 (5). Разрез через экватор по меридиану 110° з. д., сделанный 4—6 марта 1971 г. Распределение мутности поверхностных вод относительно экватора несимметрично. Центр сдвинут к югу на 20', заметны две мутные струи (на чертеже — овалы) на глубинах 25 м на 1°10' с. ш. и 1°30' ю. ш. На глубинах около 100 м и более расположена область прозрачных вод.

Был осуществлен гигантский меридиональный гидрооптический разрез через тропическую зону центральной части Тихого океана по 160 з. д. от Гонулулу (11°20' с. ш.) до о. Раротонги (14°43' ю. ш.). На этом разрезе мы получили полный комплекс сведений об оптических свойствах вод и о дневном поле на различных глубинах. Сравнение наших данных по прозрачности и подводной освещенности с аналогичными измерениями шведской экспедиции на судне «Альбатрос» показало, что характеристики близки между собой. Это говорит о стабильности оптических свойств этой области Мирового океана.

В меридиональном разрезе максимум мутности оказался на экваторе. По вертикали слой повышенной мутности в экваториальной зоне наблюдался на глубинах около 50 м (стык Южного пассатного течения с течением Кромвелла).

Северо-восточнее желоба Тонга (19° ю. ш., 163° з. д.) расположен район высокой прозрачности: глубина ви-

димости белого диска оказалась равной 63—67 м, т. е. совпала с максимальной величиной, указываемой обычно для центра Саргассова моря. Показатель k на глубинах 10, 50, 200, 300 м оказался равным 0,097; 0,110; 0,094 и 0,13 м⁻¹. Высокая прозрачность вод этого района, вероятно, вызвана отсутствием близких источников терригенной взвеси (ближайший материк — ледяная Антарктида) и слабостью биологического продуцирования, так как этот район расположен в аридной зоне.

В желобе Тонга было проведено зондирование 10,5-километровых глубин впадины Витязя (23° ю. ш., 175° з. д.). Здесь удалось взять батометрическую серию со дна, показавшую типичную для этого района переслоенность толщ вод и получить 1,5-метровую колонку грунта, которая указывает на беспокойный режим осадкообразования на дне впадины (возможно, в результате мутьевых потоков). Придонные воды оказались в 1,5 раза более мутными, чем по-

верхностные: велика роль взвеси из мелких частиц, по-видимому, связанных со склонов впадины.

И наконец, экспедиция обследовала район к юго-востоку от Японии. Это — тихоокеанский аналог Саргассова моря. Здесь в районе $27-29^\circ$ с. ш., $144-146^\circ$ в. д. удалось обнаружить и промерить термический фронт со ступенчатыми структурами, аналогичными фронтам Саргассова моря, с перепадами температуры до 2° . Из-за плохих условий погоды глубина видимости белого диска была небольшой ($h = 30$ м), но объективные данные свидетельствовали о высокой прозрачности поверхностных вод ($\epsilon = 0,15-0,23 \text{ м}^{-1}$).

Поперечный разрез течения Куро-сио с 7-ю станциями в районе $32^\circ 40' - 34^\circ 30'$ с. ш., $142^\circ - 141^\circ$ в. д., позволил обнаружить в северо-западной зоне течения крупномасштабные и мелкомасштабные ступенчатые структуры, аналогичные тем, какие наблюдались в Гольфстриме. Воды Куро-сио оказались малопрозрачными ($h = 19$ м).

Сравнивая оптику обоих океанов в рассматриваемом сезоне отметим, что прозрачность вод в Атлантике была близка к средним океанским значениям — мы не встретились здесь с экстремальными величинами. Напротив, прозрачность объектов Тихого океана оказалась весьма разнообразной. Она изменялась примерно в 6 раз, от $0,53 \text{ м}^{-1}$ для Панамского залива до $0,09 \text{ м}^{-1}$ в районе желоба Тонга. Мы отмечали уже, что главным фактором, ответственным за прозрачность, является поле взвеси — литогенные и биогенные частицы. Наши измерения показывают, следовательно, что изменчивость этого поля в исследованных нами объектах Тихого океана существенно больше, чем Атлантического.

Хочется отметить также, что во время экспедиции в районе экватора, в Тихом океане была обнаружена подводная гора.

Итак, основной результат наших оп-



Для забора морской воды из глубин океана к рейсу был изготовлен специальный большой батометр. Это позволило делать на одной и той же пробе оптические, биологические, геологические и химические анализы.

Подготовка большого батометра к погружению на одной из станций Тихого океана.

тических измерений — возможность сопоставлений оптических свойств большого числа разнообразных районов Мирового океана. Это явилось следствием того, что все измерения проводились нами строго по одной и той же методике, с помощью одних и тех же приборов и приспособлений, в сравнительно небольшой промежуток времени. Что же показало это сопоставление?

Главное, пожалуй, — это большое разнообразие оптических характеристик разных районов. И мы видим задачу дальнейших исследований в том, чтобы понять причину наблюдаемой изменчивости, объяснить, почему, например, в одних случаях изменение прозрачности сопровождалось изменением индикатрисы рассеяния, а в других нет, и т. п.

Что же касается наших исследований по гидродинамике океана, то наиболее важным результатом здесь

нам представляется широкое распространение ступенчатых вертикальных структур. Существование подобных структур было известно и ранее, но они рассматривались скорее как исключение, а не как правило. Мы же встречались с ними повсеместно.

Из-за чего они возникают, почему не разрушаются турбулентным перемешиванием, как долго они сохраняются? Эти и подобные вопросы встают перед нами и ожидают своего разрешения. Углубление наших знаний об океане снимает одни вопросы, но ставит еще больше других, новых. Это — закономерный путь развития наших знаний о природе.

УДК 551.46: 553

Рекомендуемая литература

К. К. Дерюгин. СОВЕТСКИЕ ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИЕ ЭКСПЕДИЦИИ. Л., Гидрометиздат, 1968.

Н. Ерлов. ОПТИЧЕСКАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ. М., «Мир», 1970.

В. М. Каменкович. ОСНОВЫ ГИДРОДИНАМИКИ ОКЕАНА. М., «Наука», 1972.

С. А. Китайгородский. ФИЗИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ АТМОСФЕРЫ И ОКЕАНА. Л., Гидрометиздат, 1970.

В. Кроли. ТАЙНЫ МОРЯ. Л., Гидрометиздат, 1968.

А. Лакомб. ЭНЕРГЕТИКА ОКЕАНА. Л., Гидрометиздат, 1972.

А. С. Монин. ВРАЩЕНИЕ ЗЕМЛИ И КЛИМАТ. Л., Гидрометиздат, 1972.

А. С. Монин, С. С. Зилитинкевич. ТУРБУЛЕНТНОСТЬ В ДИНАМИЧЕСКИХ МОДЕЛЯХ АТМОСФЕРЫ. Л., «Наука», 1971.

А. С. Монин, А. М. Яглом. СТАТИЧЕСКАЯ ГИДРОДИНАМИКА. М., «Наука», т. 1, 1965; т. 2, 1967.

Ю. Е. Очаковский, О. В. Копелевич, В. И. Войтов. СВЕТ В МОРЕ. М., «Наука», 1970.

Г. Стоммел. ГОЛЬФСТРИМ. М., ИЛ, 1963.

К. С. Шифрин. РАССЕЯНИЕ СВЕТА В МУТНОЙ СРЕДЕ. М., «Наука», 1951.

Пернатые острова Ионы

А. А. Тимофеева
Кандидат биологических наук



Александра Афанасьевна Тимофеева, зоолог. Работает в отделе инфекций Сахалинской областной санитарно-эпидемиологической станции, где занимается изучением паразитарных заболеваний у птиц. Участник многих экспедиций в Охотское и другие моря.

Мне удалось посетить о. Ионы — клочок суши, затерянный в центре Охотского моря. На карте остров изображен маленькой, едва различимой точкой. Это скалистая вершина подводного хребта, сложенная гранитами, возвышающимися над поверхностью моря на 165 м. Площадь о. Ионы — 450 × 200 м.

Меня, как специалиста, изучающего природноочаговые инфекции, остров интересовал, прежде всего, скоплениями морских колониальных птиц и гаремных млекопитающих. Еще на подходе к его берегу видишь, что уютные утесы о. Ионы усыпаны, словно бисером, многочисленными птичьими фигурками. На пляже, у самого пенящегося наката, лежали сивучи. Ветер доносил их гортанный рев. В голосе зверей как будто звучало предупреждение пришельцам о неприкосновенности их владений. В бинокль отчетливо просматривались пушистые детеныши сивучей. Вытянув шею, они с любопытством разглядывали невиданное чудо — наш траулер, плавно раскачивающийся на крутых свинцовых волнах.

Птицы острова с удивительной готовностью сопровождали судно, когда оно совершало «круг почета» вокруг острова. При этом они громко кричали и шумно хлопали крыльями. Самыми расторопными оказались дымчато-серые глупыши и бело-голубые чайки-моевки. Они пронеслись так близко, что едва не касались крыльями наших голов.

Штормовой ветер и бешеная толчея гигантских волн в бухте острова не позволили нам сразу же выса-

даться. Пока мы стояли на якоре, к судну стали подплывать глянцево-черные с белым брюшком толстоклювые кайры (*Uria lomvia* L.). Некоторые из них пытались взобраться на палубу.

В темноте на корабль опускались малые конюги (*Aethia rugosa* Gm.) и принимались бегать по палубе. Их черные фигурки мелькали близ палубных предметов. Пойманные, они таращили свои голубые глазки и настораживали свои смешные «антенны» на голове, а подброшенные вверх, бесшумно растворялись в темноте.

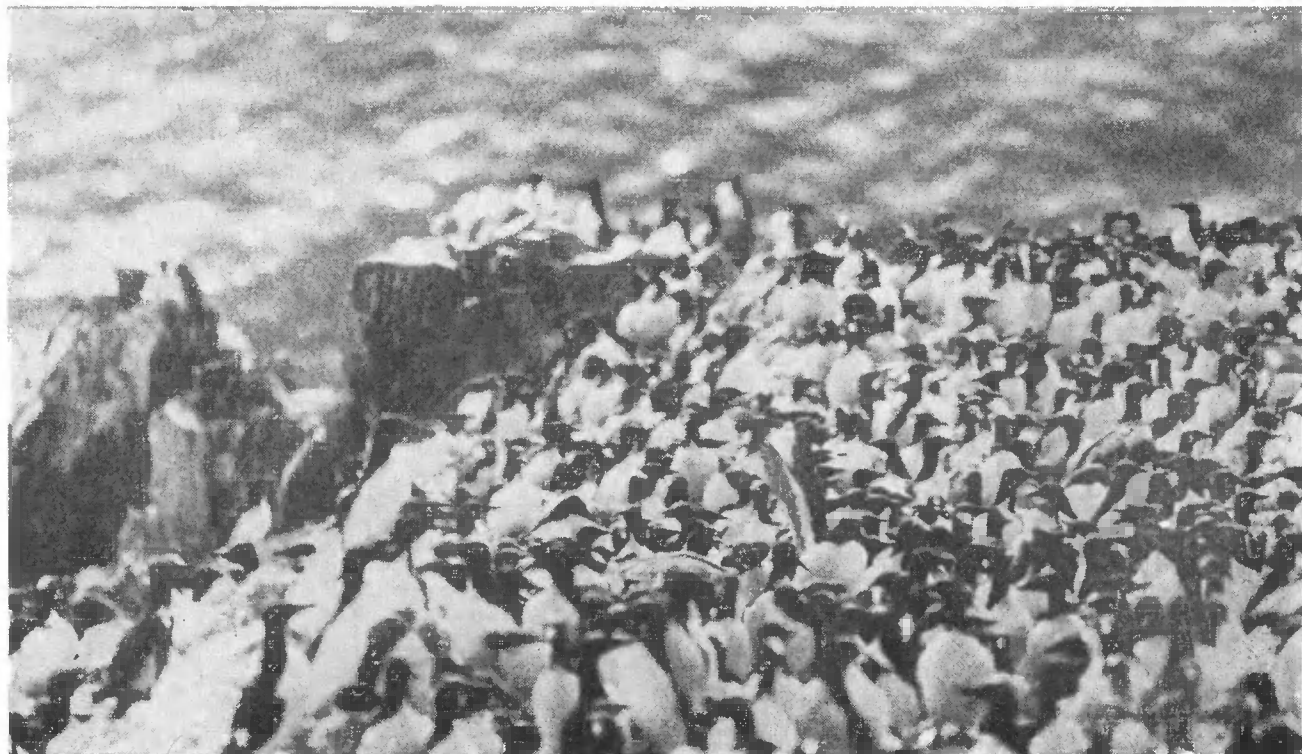
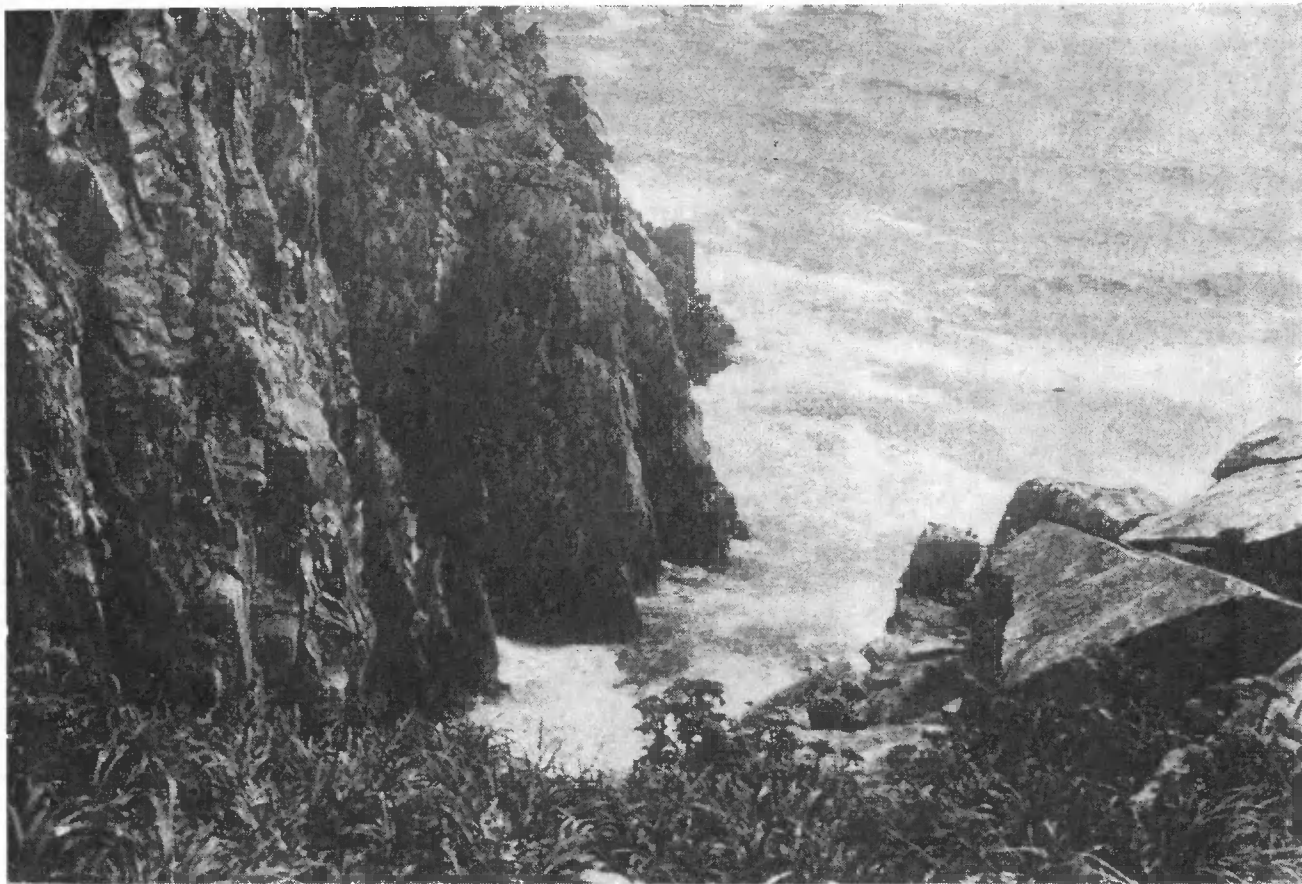
Возможность высадиться на о. Ионы появилась только через три дня. Когда мы выносили свой груз, карабкаясь по скользким валунам бухты, окруженной серыми потрескавшимися стенами, сотни пар птичьих глаз внимательно следили за нами.

Я и мои спутники, прибывшие проверить автоматическую метеорологическую станцию, вдруг оказались в непривычном птичьем царстве. Ближе всего находились моевки. Их массивные гнезда непонятно на чем держались по обеим сторонам скользких скал. У птенцов моевок черные ноги и клюв, а хвост с выемкой на конце. Эти признаки легко сбивают с толку неопытного натуралиста, который мо-

Каньонообразная бухта на о. Ионы, в которой нам после трех дней шторма удалось высадиться (вверху).

Густота птичьего населения на острове необычайна. Почти каждый метр площади занят пернатыми (внизу).

Фото автора.

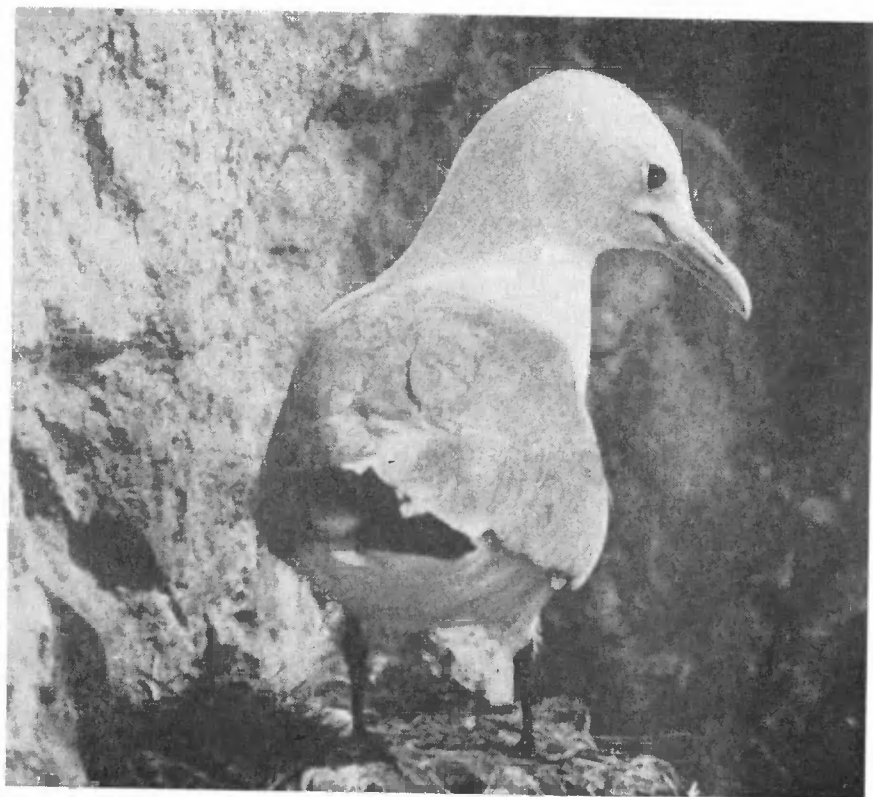
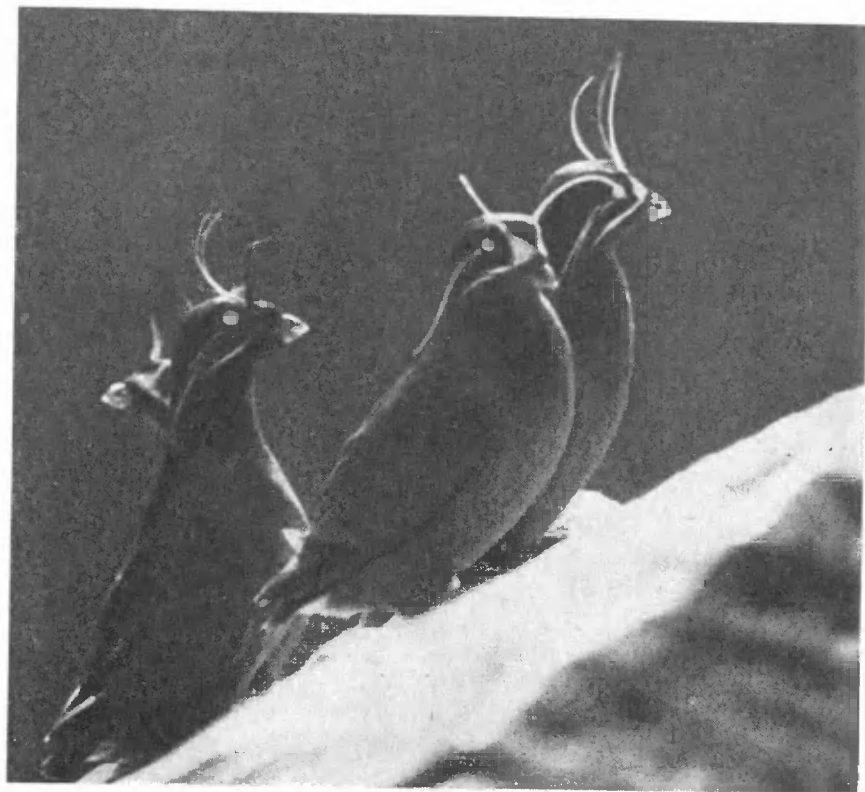


жет принять их за особый вид чайки.

Выше гнезд моевок, среди застывшего каменного нагромождения, мелькнула голова ипатки (*Frantercula corniculata* Naum.). Там же пристроилась пара кайр. Их единственный птенец — растрепанный с испачканным хвостиком и матовым, словно «фланелевым», пушком на коротких крыльях, замер от страха на месте, спрятав голову в щель. Кайрята обычно образуют своеобразные детские ясли, пока родители летают за добычей. С одинаковым аппетитом они заглатывают маленьких осьминогов, креветок, рыбу и прочую морскую живность, которую притаскивают родители.

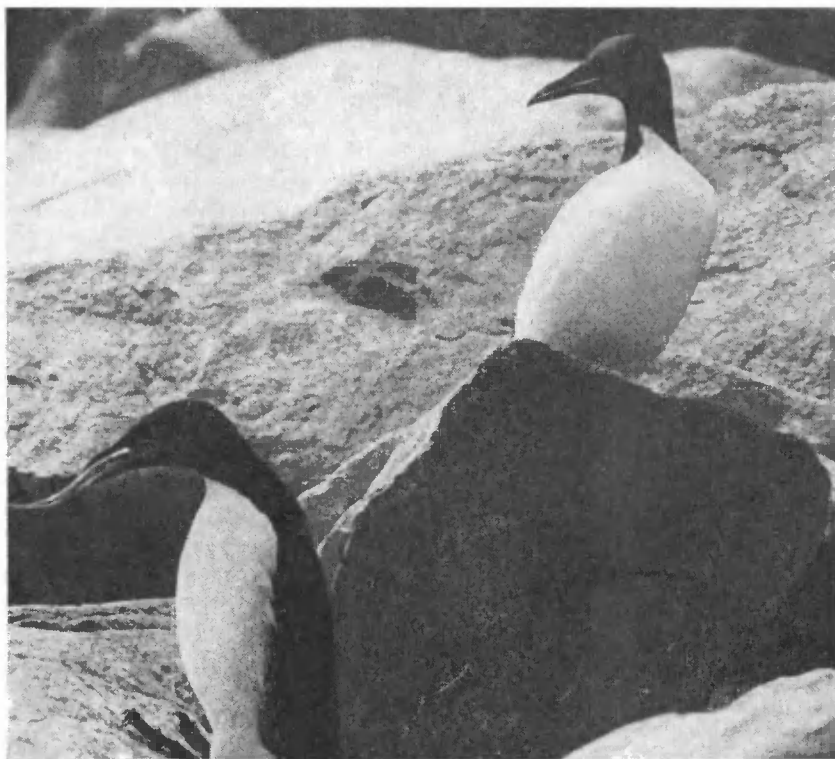
Еще выше виднелись каменные ниши естественных лестниц. Они были наполовину скрыты зонтичным растением дудником и крупным злаком — мягким колосняком. Среди камней и трав располагались всегда дремлющие и неповоротливые птенцы глупышей. Возле них сновали взрослые птицы, среди которых встречались особи почти чисто белого цвета.

К месту нашей будущей стоянки мы поднялись с помощью каната. Мы быстро миновали потревоженных птиц на отвесном склоне и достигли удобной для лагеря маленькой покато́й площадки. Там пришлось немного потеснить ее хозяев. При этом мы встретили сопротивление, как ни странно, именно со стороны перекормленных увальней — глупышат. Эти серые, лохматые и шарообразные существа с серьезным и решительным взглядом мгновенно бомбардировали нас неприятно пахнущей жирной жидкостью желтого цвета, которую они выстреливали изо рта короткими очередями. Наша одежда после этого ни на что больше не годилась, а лицо и руки долго источали запах протухшего рыбьего жира. И в даль-



В темноте на корабль опускались малые конюги и принимались бегать по палубе (вверху).

Ближе всех к нам находились гнезда моевок (внизу).



нейшем глупышата повсюду доставляли нам много неприятностей. Их было на острове несколько тысяч, в целом колония глупышей почти не уступала по численности колонии кайр, которых там, судя по подсчетам на учетных площадках, было никак не меньше миллиона.

Несмотря на наше вторжение, жизнь на острове продолжала идти своим чередом. С пернатыми соседями у нас постепенно сложились мирные взаимоотношения. Ночами мы слышали нежные трели и перекликивания белобрюшек (*Cyclorhynchus psittacula* Pall.). Им вторили большие и малые конюги. К вечеру усиливалось характерное тройное «пи-пи-пи» кайрят и баритон, переходящий иногда в настоящее «мычание», взрослых кайр.

Мы стали свидетелями большого события — массового спуска со скал на воду молодых толстоклювых кайр. Наступил момент прощания птиц с родным островом (с 27 августа по 2 сентября). Настоящий град из кайрят сыпался со скал с утра и до вечера. Пушистые комочки падали с головокружительной высоты, иногда прямо на острые камни узких каньонообразных бухт. Приземлившись, они сначала замирали, но уже через несколько секунд проворно аскакивали и, пронзительно попискивая, бежали к морю. Их сутулые фигурки то исчезали между валунами, то появлялись на широких каменных лбах. Родители внимательно следили за своими детенышами и, подавая голос, шумно сносили со скал на волны, оттуда на берег, пока птенцы, подхваченные прибойной волной, старательно гребли в открытое море. Благополучно спустившиеся кайры скапливались сотнями тысяч вокруг острова. С каждым днем кайр на острове становилось все меньше. Суровое море уносило их вдаль...

Среди застывшего каменного нагромождения приютилась пара кайр (вверху).

Лохматые и неповоротливые птенцы глупышей встретили наше появление обстрелом зобной жидкостью (внизу).

Готовились к спуску на воду и молодые белобрюшки и конюги. А пока взрослые конюги подолгу держались стайками из 8—12 птиц на огромных камнях. На головах у них топорщились упругие султанчики из перьев, напоминающие антенны. Стайки подросших, хорошо оперенных птенцов конюг и белобрюшек тоже собирались на камнях отдельными группами. Другие, еще не сменившие полностью пух на перо, птенцы сидели в родительских норах. Малыши прятались в самом дальнем сыром тупике и вечерами еле слышно жалобно пищали.

Следует сказать, что о. Ионы дает приют немалому числу конюг и белобрюшек, на 100 м² завалов из камней можно было без труда насчитать по 20—30 нор этих птиц. Их сумеречный скрытый образ жизни делает их мало заметными по сравнению с крикливыми и суетливыми соседями — кайрами, глупышами и моевками.

Первые сентябрьские дни на о. Ионы выдались теплыми и безветренными. Берингийские бакланы черными изваяниями красовались на вершинах скал, взирая на суету своих пернатых сородичей и на ожесточенное бурление моря. Топорки (*Lunda cirrhata* Pall.) тоже эффектно выделялись на сером каменном фоне черно-белой окраской тела и красным массивным клювом. Они непрерывно вертели головой с золотистыми косичками. Птицы ждали удобного случая, чтобы незаметно шмыгнуть в черный провал между камней и накормить в норе серебристыми рыбешками своих пуховичков. Бакланов и топорков гнездится на острове не так уж много. Мы видели всего четыре бакланьих семьи и от 12 до 18 топорков.

Наиболее крупной сухопутной птицей, отмеченной на острове, был филин (*Bubo bubo* L.), который охотится на местных и пролетных мелких птиц. Из воробьиных отмечены пеночка-таловка (*Phylloscopus borealis* Blas.), полярная овсянка (*Emberiza palasi* Cab.), обыкновенная каменка (*Oenanthe oenanthe* L.) и др. Здесь же летали белые и желтые трясогузки. Однажды утром в горном ущелье, на дне которого отдыхали сорокопу-



Ночами мы слышали нежные трели белобрюшек.

ты-жуланы (*Lanius cristatus* L.), появилась пустельга. Над отвесным обрывом изящно пилотировали белопоясные стрижи (*Apus pacificus* Lath.). Видели мы и большого пестрого дятла, пепельных улитов и пролетные стаи юрков. Словом здесь встречались самые различные виды.

Экологические условия на островах, подобных острову Ионы, позволяют небольшому числу видов морских птиц наращивать огромную численность. Каждый метр территории, изобилующей нишами и пустотами, занят пернатыми. Такая плотность населения способствует распространению паразитов, в частности кровососущих членистоногих. В трещинах скал и под камнями концентрируются иксодовые клещи кайр (*Ixodes (Saratixodes) putus* Pick.-Cam.) и клещи бакланов (*Ixodes signatus* Ber.) и блохи, обнаруженные на большой конюге. Перелинявшие и сытые клещи на зиму прячутся в глубокие щели среди камней. Патогенные микроорганизмы передаются клещами из поколения в поколение.

Гнезда бакланов и моевок известны как извечное прибежище блох

(*Mioctenopsylla traubi kurilensis* Viol.) и различных гамазовых клещей. В поверхностных щелях скал часто встречаются нимфы и взрослые особи клещей краснотелок. В солнечные дни становятся назойливыми мухи.

Многие кровососущие членистоногие на птичьих базарах и гаремных лежбищах являются переносчиками вирусных и бактериальных природно-очаговых болезней. Так, например, в Охотском море на гаремном лежбище котиков и сивучей, на кайровой колонии о-вов Тюлений и Ионы у различных животных установлено спонтанное инфицирование возбудителями эризипелоида, псевдотуберкулеза, сальмонеллез и других заболеваний.

Моряки рассказывают, что в начале лета на о. Ионы негде ступить ногой — так много там яиц кайр, глупышей, конюг и белобрюшек. К моменту нашего посещения острова там повсюду валялись тухлые яйца. В протухшем яйце нередко обнаруживаются жизнеспособные патогенные микроорганизмы: эризипелотрикссы, сальмонеллы и палочки псевдотуберкулеза.

Даже если появление птенца на свет происходит благополучно, то его неиммунный организм легко инфицируется изголодавшимися личинками и нимфами иксодовых клещей. На птичьих базарах образуются целые кладбища птенцов. Нередко один и тот же птенец был поражен возбудителями двух, трех или четырех видов бактериальных инфекций. Среди больных птенцов встречались особи с яркой клинической картиной нейроинфекции. Эпизоотические контакты в условиях тесных гаремных лежбищ на островах в Охотском море обуславливают сходные с птичьими патологические явления и среди морских млекопитающих. В результате детеныши сивучей десятками, иногда сотнями, гибнут, не сделав ни единого заплыва в море. У некоторых из них мы замечали параличи.

Но несмотря на болезни, стихийные бедствия и множество печальных случайностей, среди обитателей птичьих базаров и лежбищ морского зверя поддерживается, выработанное временем, биологическое равновесие.

Моржи — исполины арктических вод

Профессор С. М. Успенский



Савва Михайлович Успенский, доктор биологических наук, заведующий отделом природных комплексов Севера, Центральной лаборатории охраны природы. Член Международного союза охраны природы и природных ресурсов. С. М. Успенский зоолог, исследователь полярной фауны. Автор многих научных и научно-популярных книг и статей в области экологии животных и их охраны.

До тех пор, пока остров Врангеля не был обжит людьми, моржи залежали на южном его побережье во многих местах. Однако постепенно количество залежек здесь сокращалось, и теперь моржи более или менее регулярно лежат только на галечниковых косах юго-западной оконечности острова, у мыса Блоссом. Они начинают появляться в море у этих кос во второй половине августа, когда от берегов отходят льды. Моржи не сразу выходят на берег; какое-то время животные плавают вблизи, на мелководье и принимают (моржи близоруки, неважно слышат и больше всего доверяют своему обонянию). Шумно плещется вода, воздух оглашают тревожно-вопросительные крики, похожие одновременно и на мычание коров, и на визг свиней. Но вот, решившись, моржи неуклюжими прыжками начинают выбираться на гальку. Большинство их тут же валится на бок и засыпает. С моря подходят и карабкаются на берег все новые и новые группы.

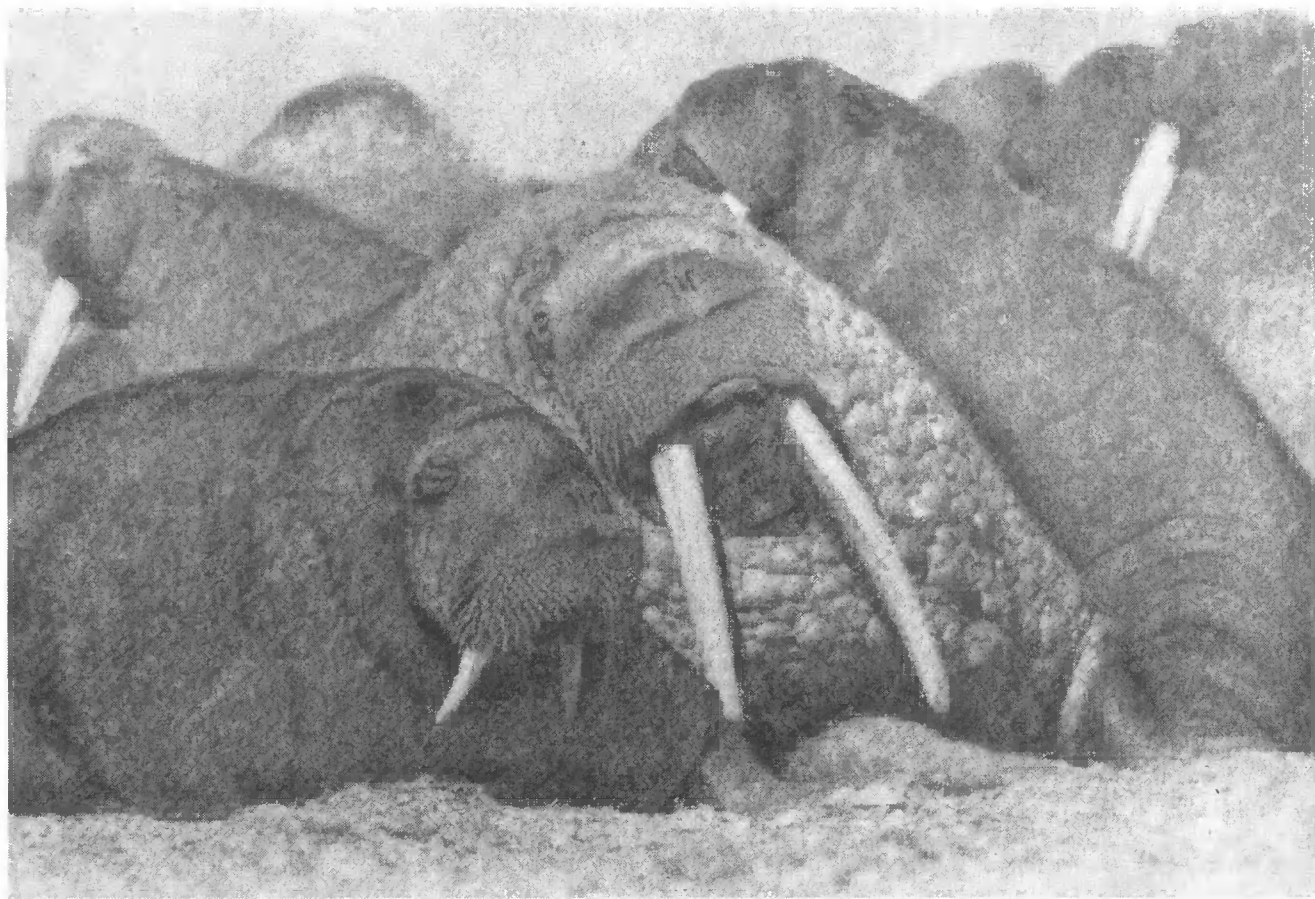
Хотя моржи не были основным объектом наших исследований, мне приходилось бывать на их залежке у мыса Блоссом и наблюдать эту впечатляющую картину. Тысячи моржей лежат здесь на боку, на животе, на спине, тесно прижавшись один к другому, головами к морю. Местами звери громоздятся в два и даже в три этажа. Вновь прибывшие без стеснения взбираются на тела товарищей и так спят. Лишь очень бесцеремонное обращение с соседом вызывает его недовольство; удар бивнями или ластом, часто, впрочем, достается не нахалу, а ни в чем не повинному соседу. Как по эстафете, удары переда-

ются все дальше и дальше, хотя в самом очаге скандала давно уже воцарилось спокойствие. Воздух сотрясает богатырский храп, мычание, рев и визг бодрствующих моржей. В воздухе стоит одуряющий, терпкий запах.

Подавляющее большинство зверей — взрослые самцы. Значительно реже и лишь по краям залежки можно встретить подростков, только начинающих самостоятельную жизнь. Со стороны «стариков» они встречают явно недружелюбный прием; каждая выходящая из моря партия моржей гонит их все дальше и дальше на «задворки».

Холостые самки и матери с малышами предпочитают отдыхать отдельно на плавучих льдах. Такая залежка мало чем отличается от береговой, разве что бросаются в глаза моржата, спящие на материнских спинах. Самки выбирают небольшие, обособленные льдины. Их не смущает, что под тяжестью забирающихся сюда все новых и новых животных льдина постепенно погружается под воду и через нее перекачиваются волны. Замечено, однако, что моржи никогда не ложатся на льдины из пресной воды, образовавшиеся в реках, которые гораздо более хрупкие, чем морские.

В «ледовитые» годы, когда море у берегов полностью не открывается, все моржи — и самки и самцы — забираются только на льдины. Впрочем, животные могут спать и на воде. Это случается, если нет льдов или невозможно почему-либо попасть на берег. Спят они здесь, отдавшись на волю течений, занимая либо горизонтальное, либо вертикальное положение. В первом случае на поверхности вид-



Лежбище моржей на берегу Анадырского залива. Чукотка, 1960

Фото А. В. Яблокова

на только часть моржовой спины, похожая на большой бурый бугор. Время от времени этот «бугор» скрывается в море, а на его месте показывается голова с закрытыми глазами издающая шумный вздох. Через несколько мгновений голова исчезает и вновь показывается спина. Если морж спит в вертикальном положении, видны его голова и плечи, поэтому он дышит, не меняя позы. Чтобы держаться в вертикальном положении, моржу не нужно затрачивать особых усилий: специальный горловой мешок, исходящий от трахеи, наполняется воздухом и этот поплавочек свободно держит зверя на плаву.

Моржи поражают своей величиной, строением, образом жизни. После гренландского кита и арктического дельфина белухи морж — самое

крупное из животных высоких широт. Длина его тела может достигать пяти и даже шести метров, а вес — полутонны! У него вальковатое туловище, обтянутое толстой, морщинистой кожей, приплюснутая спереди голова, украшенная щетиной жестких усов, мясистые подвижные ласты, причем задние могут подгибаться вперед. Важный отличительный признак моржа — бивни, гигантские клыки, развитые на верхней челюсти и выступающие по углам рта. У взрослых зверей (бивнями обладают и самцы и самки) они достигают 70—80 см длины и более 4 кг веса. Молодые моржи покрыты буровато-коричневой шерстью. С возрастом она рыжеет, редет и кожа животных становится почти голой. Шея и грудь старых самцов к тому же почти сплошь по-

крываются шишками размером с человеческий кулак, многочисленными рубцами и шрамами — следами сражений с соперниками.

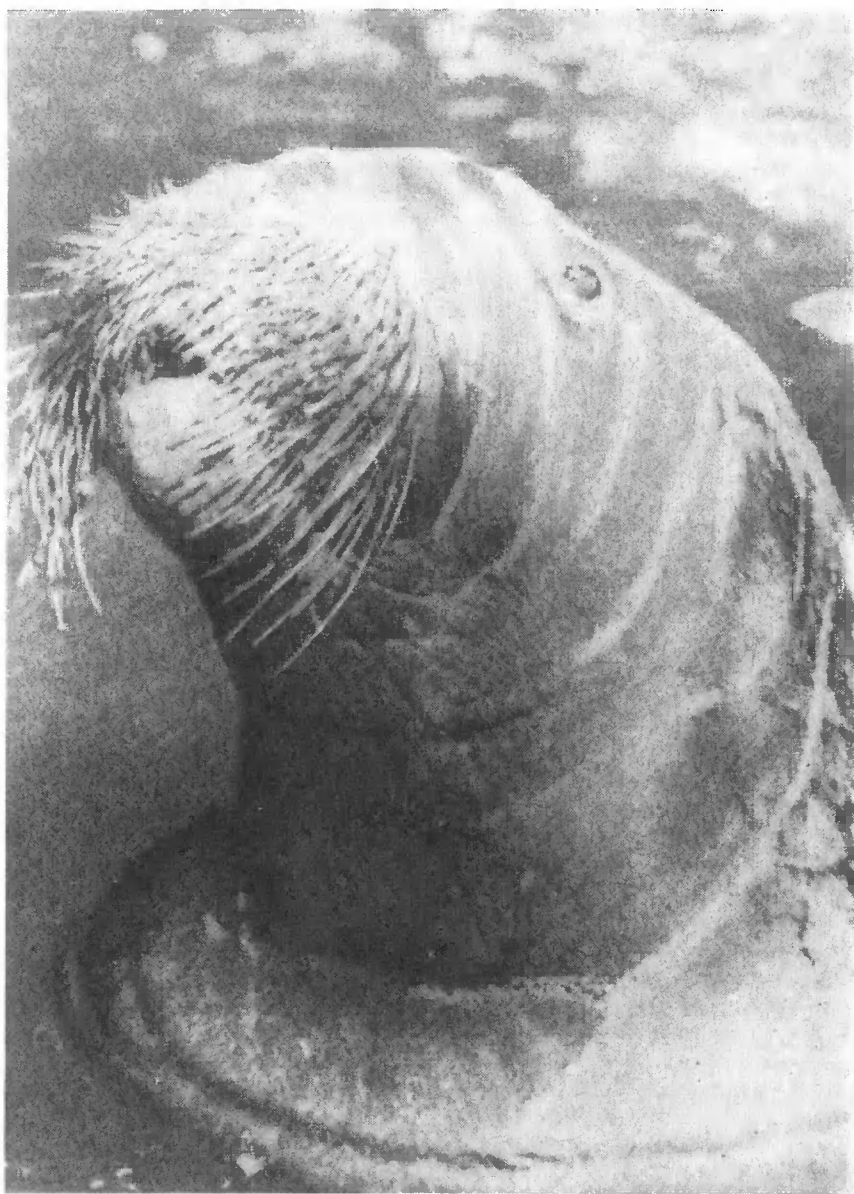
Среди многих недоуменных вопросов, невольно возникающих при виде моржа, первым приходит в голову вопрос о назначении его бивней. Что это — оружие? Средство самообороны? Но в высоких широтах у моржей нет врагов. Белые медведи, за редким исключением, нападать на них не отваживаются. У южных пределов Арктики встречаются хищные киты-косатки, и в открытом море они могут производить опустошения среди моржовых стад. Однако даже в этом случае моржи лишь пытаются спастись бегством, не помышляя о самозащите при помощи бивней. Следовательно, в обычных условиях бивни

моржа — вовсе не орудие защиты, хотя раненые звери иногда пускают их в ход, нападая на шлюпки и байдары зверобоев.

Наблюдения показывают, что морж нередко использует бивни, забираясь на высокие льдины или скалы, он способен разбивать ими нетолстый слой льда, намерзший в разводьях. Главное же назначение бивней — перепалывание морского дна при кормежке.

Однажды — дело происходило на Новосибирских о-вах — мне пришлось стать очевидцем интереснейшего зрелища. Стоял тихий солнечный день, в большом разводье под берегом то и дело показывались головы крупных моржей. Решив, что они кормятся, я поспешил к морю и прилег на край льдины. В прозрачной воде, особенно в полосе тени от льдины, при глубине не больше 10 м, движения животных были достаточно хорошо видны. Моржи действительно кормились. В поле моего зрения почти постоянно находились два-три исполина, которые вели себя совершенно одинаково. Провентилировав над водой легкие и набрав в них очередной запас воздуха, морж почти отвесно уходил на дно и принимался за его распашку. Его бивни временами полностью скрывались в грунте; при этом морж энергично двигал шейю, оставаясь на одном месте или плывя. Когда он выворачивал бивнями большие пласты грунта, вокруг него поднимались облачка мути. Проложив борозду длиной в два-три метра, а иногда и больше, морж затем совершал движения, смысл которых для меня первое время оставался неясным. Вытянув перед собой, как руки, передние лапы и потирая ласт о ласт, он начинал подниматься, оставляя за собой след в виде полосы мути. Однако, не достигнув поверхности, морж опускал лапы и вновь нырял в глубину, часто поворачивая при этом шею и что-то вылавливая в толще воды.

Пытаясь понять, что все это значит, я вспомнил, что исследователей издавна удивляло следующее обстоятельство: желудки убитых моржей, как правило, бывают набиты мякотью моллюсков, иногда настолько хорошо сохранившейся, что удается даже определить виды, к которым они относятся. И в то же время в желудках не



У молодых моржей еще нет клыков. Они появляются у них только в годовалом возрасте.

Фото Н. Н. Немнонова

встречается остатков известковых раковин. Каким же образом морж ухитряется за короткое время не только собрать под водой порядочное количество корма (иногда больше 10 кг), но и тщательно очистить его, не повредив нежных частей моллюсков?

Пролежав на льдине около часа, я наконец понял, как это все происходит. Вырытых из грунта моллюсков звери, оказывается, собирают не ртом, а широкими и подвижными пе-

редними лапами. Конечно, вместе с кормом они захватывают и немало ила. Поднимаясь в первый раз к поверхности воды, морж перетирает лапами добычу и перемалывает при этом раковины. А, когда он разводит потом «руками», обломки раковин уже легко отделяются и первыми опускаются на дно. Гораздо медленнее оседают очищенные тела моллюсков, которые морж и вылавливает, ныряя второй раз. Мне стало понят-

но также, зачем внутренние поверхности ластов моржа так шершавы и похожи на терки или жернова. Стало ясно, что при кормежке морж пользуется и своими густыми жесткими усами. Они очень облегчают ему вылавливание очищенных моллюсков во взмученной воде, особенно полярной ночью или просто при плохом освещении.

В тот день мне представилась редкая возможность не только наблюдать за кормящимися моржами и увидеть, как эти подводные «пахари» используют в качестве плуга свои массивные бивни, но и оценить ловкость этих неповоротливых на суше животных, быстроту и точность их движений в воде.

Впрочем, не все моржи питаются моллюсками, ракообразными и другой мелочью. Иногда среди них встречаются хищники, предпочитающие охотиться на нерп и лахтаков и нападающие даже на шлюпки с людьми. Таких моржей чукчи называют келючами, узнают их издали и очень боятся. Считается, что бивни у них желтые, будто обкуранные, иногда обломаны или сильно расходятся на концах в стороны (бивни «нормальных» моржей белые, с легким желтоватым оттенком, и растут более или менее параллельно один другому), что кожа их покрыта порезами, а мясо имеет прослойки жира. По мнению чукчей и эскимосов, келюч вырастает из моржонка, рано потерявшего мать и вынужденного питаться чем попало. Такое предположение вполне логично: ведь моржонки не имеют бивней, ему нечем распахивать грунт, и он, следовательно, не может сам добывать себе моллюсков. Можно представить себе, что хищниками становятся и те моржи, бивни которых растут уродливо, или животные, обломавшие себе бивни. Нетрудно понять также, почему бивни у келючей желтые: келючи не распахивают дна и не «чищают» постоянно своих зубов о грунт.

В пределах своего ареала, в арктических и субарктических водах, моржи образуют несколько самостоятельных стад. Наиболее крупное из них (к нему относятся и животные с о. Врангеля) ныне обитает в Беринговом и Чукотском морях; зиму эти

моржи проводят в Беринговом море, в его незамерзающих частях и у крошки льда. Второе стадо моржей не выходит в своем распространении за пределы Советской Арктики и круглый год обитает в море Лаптевых и Восточно-Сибирском море. Наконец, моржей можно встретить в арктических морях, примыкающих к Атлантическому океану, — в Баренцевом и Карском, у берегов Гренландии и Восточной Канады. Представителей этих трех стад зоологи относят соответственно к трем различным подвидам: тихоокеанские моржи (они достигают наибольших размеров, и у них самые длинные и толстые клыки), лаптевские и атлантические.

Моржи предпочитают селиться на прибрежных или мелководных участках морей. По сравнению с тюленями они меньше приспособлены к жизни в водной среде (нерпа, например, может пробыть под водой 20 мин., морж — только 10); тем не менее эти исполины могут нырять и добывать себе корм на глубинах до 75—80 м. В то же время животные избегают и сплоченных льдов: когти на их лапах малы и не годятся для того, чтобы процарапывать ими лунки (как это делают нерпы) и поддерживать их открытыми. До тех пор, пока толщина льда не превышает 7—8 см, морж еще пробивает его головой. Более толстый лед для него непреодолим. Зато, оказавшись на сплоченных или смерзавшихся льдах, морж может проползти большое расстояние до воды, которую, как и белый медведь, всегда безошибочно находит. Ползет он, конечно, медленно, судорожно дергаясь всем телом и напоминая при этом громадную гусеницу, однако может подчас преодолеть таким образом десятки километров, переползая через встречные гряды торосов и даже обширные участки суши.

Моржи проводят на суше или на льдинах много времени. Здесь они разминаются, линяют, отдыхают. В отличие от тюленей моржи связаны с сушей не в течение какого-либо определенного сезона, а круглый год (и в этом также выражается их относительно слабая приспособленность к жизни в воде).

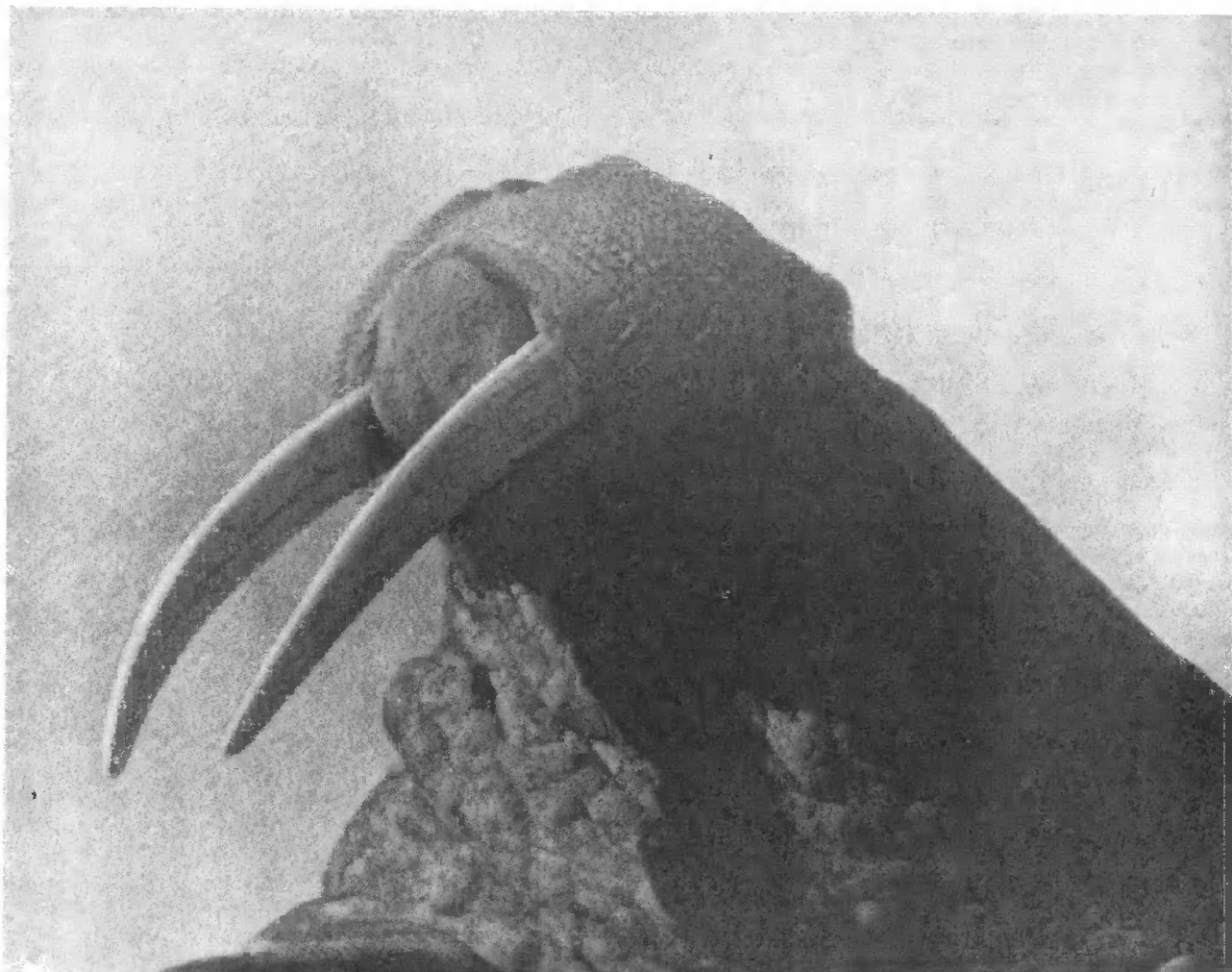
Сезонные перемещения моржей изучены недостаточно. Известно

лишь, что животные, относящиеся к тихоокеанскому и атлантическому стадам, за редким исключением, движутся осенью к югу и проводят зиму у крошки льда. Они, следовательно, круглый год обитают среди разреженных ледяных полей, беспрепятственно добираются до воды, часто имеют возможность выходить на сушу.

Наименее исследована биология моржей, населяющих море Лаптевых и Восточно-Сибирское море. Они проводят в высоких широтах не только лето, но и зиму. В июле — августе они также устраивают залежи на суше — на восточном побережье Таймыра, в устье Лены, на Новосибирских о-вах. С образованием припая животные уходят в море, и на этом их следы теряются. Можно предположить, что большую роль в жизни этих моржей играет Великая сибирская полынья, что здесь-то они и проводят зиму. Ранней весной летчикам иногда удается увидеть у полыньи небольшие группы моржей. Они лежат, тесно прижавшись один к другому, и густо покрыты инеем. Замечено, что в этом случае они выбирают преимущественно старые льдины толщиной не менее 1,5 м и чаще ложатся с морской стороны припая, где меньше рискуют оказаться в ледовой ловушке.

И все-таки избежать этой ловушки им удастся не всегда. Оказавшись среди смерзшихся полей, далеко от открытой воды, они подчас зимуют у продухов, тщательно их поддерживая. Такое отверстие не спутаешь с нерпичьей лункой; диаметр его достигает метра, на краях намерзает толстый ледяной вал. Своих пленников дрейфующие льды, по-видимому, нередко заносят далеко в глубь Центральной Арктики, даже в окрестности Северного полюса. Участь этих моржей печальна: на больших глубинах животные не могут достигнуть дна и добыть себе корм. Моржам, зимующим в высоких широтах, конечно, приходится переносить и сильные морозы. По наблюдениям очевидцев, верхний слой кожи зверей может настолько промерзнуть, что хорошо отточенный стальной гарпун лишь скользит по нему.

В марте — апреле (у тихоокеанских



*Бивни помогают моржу перепазивать морское дно при кормежке. Самец моржа на Руддьерском лежбище, 1960.
Фото А. В. Яблокова*

и атлантических моржей — во время весенней миграции) происходит линька. Самки в это время рожают детенышей; а затем начинается следующий брачный сезон.

Длина тела новорожденного моржонка около метра, а вес достигает 40 кг. В отличие от детенышей тюленей малыш покрыт довольно редкой шерстью и от холода защищен, главным образом, слоем подкожного жира. Мать необычайно привязана к детенышу: даже раненая, она стремится уйти с ним под воду, обхватив одним из передних лаптов. Если моржонку убит, самка непременно сталкивает его в воду и тоже уносит с собой.

Очень долго, почти два года, мать пестует малыша (если это слово применимо к зверю, достигающему при переходе к самостоятельной жизни 2,5 м длины и почти 500 кг веса), причем больше года кормит его молоком: у годовалого моржа бивни только начинают показываться изо рта, и корм взрослых животных для него недоступен. Самцы никакой заботы о потомстве не проявляют. В течение недолгого брачного сезона они жестоко дерутся между собой, пуская в ход бивни; свидетельством тому служат страшные шрамы и рубцы на их шее и груди. Но затем они обособляются от самок и, забыв о

былых распрях, образуют самостоятельные самцовые залежки.

Прирост моржового потомства происходит медленно. Самки созревают и становятся способными к размножению только в четырехлетнем возрасте, самцы созревают на год позже. Самка рождает не чаще, чем раз в три года, лишь по одному моржонку. Правда, медленный рост стада в какой-то мере компенсируется большой продолжительностью жизни животных. Установлено, что они доживают до 25—30 лет, не исключено, что некоторые моржи живут и дольше — до 40 лет.

В природе у моржа практически

нет конкурентов. Правда, моллюсков или донных ракообразных поедает и крупный арктический тюлень — лахтак, или морской заяц (ни в облике, ни в повадках которого, ничего заячьего нет). Однако по видовому составу эти корма существенно отличаются от поедаемых моржами. К тому же в рационе лахтака большое место занимает рыба, вовсе не привлекающая моржей. Следовательно, эти арктические исполины здесь почти безраздельно пользуются морскими пастбищами.

Усиленный промысел моржей, развивавшийся столетиями, естественно, не мог не отразиться на их поголовье. Еще сравнительно недавно область распространения животных была значительно обширнее современной. Моржи обитали не только в арктических водах, там, где их встречают и в наши дни, но и на севере Атлантического и Тихого океанов. Они населяли Белое море, были нередки также у берегов Шотландии, северного побережья Норвегии, в Охотском море. По-видимому, колоссальна была и их общая численность на земном шаре (например, в XVIII в. только с Европейского Севера поступало на рынок до 30 т бивней в год, добывалось же моржей по меньшей мере по 5—6 тыс. в год).

Численность моржей на Земле стала уменьшаться особенно быстро с середины прошлого столетия, когда зверобой уже выбили в Арктике гренландских китов и моржи стали

здесь главным объектом промысла.

На побережье Аляски сто лет назад добывалось до 10 тыс. моржей в год, а 50 лет назад — уже лишь 30 моржей! Вообще стадо, обитающее в Чукотском и Беринговом морях, еще в середине XVII в. (до широкого развития коммерческого промысла) насчитывало около 200 тыс., а сейчас в нем около 50 тыс. моржей.

Техника и способы добычи животных, применяющиеся в последние 70—80 лет, истребительны, что ведет к бесцельной гибели большого количества животных и сокращает и без того медленный прирост их поголовья. Когда промысел происходит в море, как правило, большая часть туш не достается зверобоям и тонет (загарпунить моржа гораздо сложнее, чем его убить). Гоняясь за крупными самцами, охотники уничтожают их в первую очередь и тем самым нарушают нормальное соотношение полов в стаде.

Судьба моржей, особенно их атлантического стада, так же как и судьба белых медведей, вызывает в мире все большее беспокойство. Допустить их полное истребление — а такая участь им угрожает — означало бы (оставляя в стороне чисто научный интерес к этому виду) добровольный отказ человечества от использования обильных даров северных морей — запасов моллюсков, вовлекаемых в хозяйственный оборот с помощью моржей. В самом деле, у побережий Гренландии, в Баренцевом, Беринго-

вом, Чукотском морях на одном квадратном метре дна нередко обитает свыше 300 и даже 500 г различных живых организмов, основу которых нередко составляют поедаемые моржами моллюски. Лишиться моржей (вспомним, что моржи — основные потребители многих видов моллюсков) значит потерять доступ к этим богатствам. Моржи, следовательно, имеют не только большую прямую, но и косвенную хозяйственную ценность.

Нельзя сказать, что для охраны моржей не предпринимается никаких усилий. В СССР с 1956 г. полностью прекращен государственный промысел этих зверей; в ограниченном количестве их добывают теперь по ежегодным лимитам для своих нужд лишь чукчи и эскимосы. Запрещено также строительство маяков и других сооружений в местах береговых лежбищ животных. Существует проект завоза моржей в Белое море с целью восстановления здесь исчезнувшего стада. Государственный промысел моржей прекращен также в США, Канаде, Норвегии. Однако угроза истребления полярных исполинов не миновала, и их численность, хотя и медленнее, чем прежде, продолжает сокращаться.

Моржи требуют к себе большего внимания, чем им сейчас уделяют. Этих интересных животных необходимо сохранить на земном шаре.

УДК 599.745.2

Замечательный морской зверь — морж

А. В. Яблоков
Доктор биологических наук

Без преувеличения можно сказать, что морж (*Odobenus rosmarus*) — одно из наиболее своеобразных морских млекопитающих. Ряд отечественных исследователей посвятил изучению

моржа многие годы (С. Ю. Фрейман, В. И. Цалкин, К. К. Чапский, П. Г. Никулин, В. И. Крылов и др.), выяснив основные черты биологии этого животного: особенности размножения,

роста, миграций, питания, поведения. На страницах «Природы» не раз поднимались вопросы, связанные с изучением биологии и организацией рационального использования и охраны

этого зверя¹. И все же остается немало неизвестного в образе жизни моржа. Опубликованный здесь очерк нашего известного полярного зоолога С. М. Успенского привлекает особое внимание впервые в мире проведенными наблюдениями за процессом питания моржей в природе. После этих интересных наблюдений окончательно стала ясна главная функция громадных клыков — одной из самых приметных черт внешнего облика животного. Кстати говоря, эти наблюдения в прошлом году были подтверждены американскими исследователями: на небольшой научной подводной лодке они изучили дно Берингова моря в местах питания моржей и обнаружили многочисленные борозды от клыков и целые ямы, вырытые моржами в мягком грунте.

С. М. Успенский прав, говоря о важности сохранения моржа в биогеоценозах арктических морей. К этому можно добавить, что продукция, получаемая от промысла моржа, чрезвычайно ценна для жизни прибрежного населения Чукотского п-ва: моржовое мясо, будучи уложенным в специальные ямы, обладает удивительной способностью сохраняться на протяжении более полугода и до сих пор служит важнейшим источником питания; моржовая шкура и сейчас используется для постройки легких и прочных байдар, служащих для охоты на морского зверя; бивни дают и по сей день непревзойденное по качеству сырье для известных всему миру костерезов, в свежем виде практически все внутренности годятся в пищу человеку.

Сейчас в эксплуатации запасов промысловых морских млекопитающих наметился решительный перелом: мы стоим на пороге перехода от собственно промысла к организации хозяйства. Такое хозяйство уже существует в отношении котиков (*Callorhinus ursinus*), морж находится в числе первых стоящих на очереди видов.

Так, существует обоснованное мнение, что первым шагом в создании такого «моржового хозяйства» могли бы стать экспериментальные формы полувольного содержания этих животных, например в некоторых районах Белого моря. Сейчас, кстати, этот вопрос часто поднимается специалистами в связи с несомненной желательностью организовать на Белом или Баренцевом морях (в зонах нарастающего потока туристов) современные океанариумы. Для создания таких океанариумов эти северные моря оказываются весьма перспективными: здесь обитают многие интересные морские млекопитающие, такие как наш самый широко распространенный и крупный дельфин белуха, ряд видов других мелких китообразных, много видов ластоногих. Итак, мы просто не в праве допустить истребления моржа, подобно тому как это произошло на наших глазах с рядом видов крупных китов, а несколько ранее — со стеллеровой коровой. Сейчас, при строгой государственной охране и ограниченном ежегодными лимитами промысле (как у нас в стране, так в США и Канаде), численность тихоокеанских моржей, кажется, стабилизируется, а возможно, и несколько возрастает. Гораздо хуже обстоит дело с лаптевским и восточносибирским моржами. В результате интенсивного хозяйственного освоения сибирского шельфа и побережий гораздо менее многочисленные (сравнительно с дальневосточными) залежки моржей в море Лаптевых и Восточно-Сибирском стали все чаще посещаться людьми, а иногда даже становятся объектом хищнического браконьерского промысла (промысел моржа в нашей стране разрешен только коренному населению для собственных нужд; ни моряки, ни сотрудники многочисленных экспедиций, ни жители промышленных поселков не имеют права добывать моржей; нехищный образ жизни моржа, практическая невозможность нападения его на человека исключают убийство моржа под предлогом «защиты от нападения»).

Практически исчезли за последние 20 лет моржи в Баренцевом и Карском морях — из этих районов на протяжении многих лет нет ни одно-

го достоверного наблюдения этих животных. Нечего и говорить, что если какие-либо одиночные моржи здесь будут обнаружены, надо немедленно организовать их абсолютную охрану и тщательное наблюдение. Возможно, они станут тем «центром кристаллизации», вокруг которого удастся сформировать исчезнувшее из-за варварского отношения к природе североатлантическое стадо моржей.

В 1960 г. мне посчастливилось изучать биологию этих зверей в водах Анадырского залива и провести одному на крупнейшем тогда тихоокеанском лежбище целую неделю¹. Отрывок из книги С. М. Успенского, выходящей в издательстве «Мысль», напомнил мне эти волнующие дни. Я уверен, что читатели журнала с интересом познакомятся с этим ярким очерком.

УДК 599.745.2

Рекомендуемая литература

В. А. Арсеньев, К. И. Панин (ред.). ЛАСТОНОГИЕ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА. М., «Пищевая промышленность», 1968.

МОРСКИЕ МЛЕКОПИТАЮЩИЕ. М., «Наука», 1969.

ИССЛЕДОВАНИЯ МОРСКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ. Тр. АтлантНИРО, вып. XXXIX, Калининград, 1971.

¹ См. С. Е. Клейнбергер. Об охране моржа. «Природа», 1957, № 7; Л. А. Попов. Лежбище моржей на о. Песчаном. «Природа», 1958, № 9; В. М. Белькович, А. В. Яблоков. Среди моржей. «Природа», 1961, № 3.

¹ См. А. В. Яблоков, В. М. Белькович. Наблюдения моржей на лежбищах в Анадырском заливе и Чукотском море. «Краеведческие записки», вып. 4, Магадан, 1962.

Научные школы

Н. И. Родный

Кандидат технических наук



Неемия Иосифович Родный (2.I.1908—13.V.1972), видный историк науки; последние годы заведовал сектором логики развития науки Института истории естествознания и техники АН СССР. Автор большого числа трудов по истории химии, науковедению, методологическим вопросам естествознания, научным школам. Публикуемая статья — своего рода программа того исследования, завершить которое автору не удалось.

В настоящее время деятельность научных коллективов стала предметом изучения со стороны социологов, психологов и науковедов. Круг вопросов, который в этом случае охватывается, довольно широк: это и принципы организации работы, и вопросы «психологического климата», и проблема функционирования малых групп, и отношения между руководителями и подчиненными, и проблемы типологии работников. Один из аспектов изучения научных коллективов — соотношение их деятельности с деятельностью тех научных школ, которые оставили глубокий след в развитии науки.

Научная школа — что же это такое?

Предлагаемое нами определение не охватывает всех особенностей научных школ, но, как нам представляется, адекватно характеризует три их наиболее важные черты.

Первое. Научная школа представляет собой научный коллектив во главе с научным руководителем, который является автором определенной программы исследования. Научные программы такого рода соединяют в себе перечень проблем, на решение которых ориентируется коллектив, с определением принципиальных подходов к их решениям. Наличие этих подходов предполагает, что у руководителя научной школы есть теоретическая концепция, корректируемая и обогащаемая в процессе работы. Не всегда деятельность научной школы начинается с того, что ее руководитель выдвигает научную теорию, получившую признание в научном

мире: в ряде случаев эта теория создается в процессе деятельности научной школы. В создании такой теории принимают участие сотрудники данной школы, но решающая роль в ее разработке, как правило, принадлежит руководителю.

Второе. Для большинства научных школ, в отличие от других научных коллективов, характерно уравнивание в актуальности задач, с одной стороны — научного характера, с другой — подготовки оригинальных исследователей. В научных школах, где подготовка исследователей недооценивается, существует принципиально иной климат, чем в тех, где эта задача выдвигается на первый план. Такие школы, как правило, лишены перспективы пережить своего руководителя и, тем самым, инициировать дочерние и внучатые научные школы. Примером школы подобного типа, к сожалению, была школа выдающегося химика Н. С. Курнакова, практически распавшаяся после его смерти, хотя сотрудники ее продолжают успешно работать в разных областях физико-химического анализа. В научных школах такого типа единственный генератор идей — ее руководитель, ориентирующий коллектив на их проверку и развитие, но не на выдвижение новых идей, закладывание новых научных направлений¹. Такие научные школы, говоря словами Л. де Бройля, часто превращаются в капел-

¹ Н. Н. Семенов писал: «Талантливые ученики не должны повторять работы учителя, не обязательно должны развивать его конкретные идеи, ибо такое понимание школы нередко ведет к эпигонству и ее вырождению». («Природа», 1969, № 3, стр. 52).

лу верующих, где царит непримиримая ортодоксальность. Питомцы таких школ чаще всего оказываются эпигонами.

Несомненно, гораздо большее влияние на развитие науки оказывают научные школы, одинаково активно решающие как задачи научного характера, так и задачу подготовки новых поколений ученых. Такими научными школами у нас в стране были школы А. Ф. Иоффе и Н. К. Кольцова, судьбы которых, по причинам вне-научного характера, были разными¹.

Третье. Для научных школ характерен определенный стиль работы, остающийся неизменным при перемене проблематики. Пожалуй, эта черта, отмечает английский биохимик Г. Кребс, делает научную школу наиболее привлекательной для молодежи, получающей в ней то, что чрезвычайно трудно приобрести, не работая в тесном контакте с руководителем научной школы, не дыша ее атмосферой. Следовательно, притягательная черта научных школ — стиль работы («климат»).

Программу работ имеют практически все научные коллективы; тем не менее не все они могут быть квалифицированы как научные школы. Американский физик Е. Вигнер, имея в виду также научные коллективы, пишет: «...если мы вспомним о современных исследовательских коллективах, работающих под руководством одного человека, передающего свои поручения через начальников отделов, то идея совместных исследований становится до смешного абсурдной»². Другое дело — научная школа, которой свойствен определенный стиль работы. Например, «климат» Копенгагенской школы Н. Бора В. Ф.

Вейскопф характеризует так: «Вряд ли можно себе представить ту атмосферу энтузиазма и интеллектуального подъема, которая царил в Институте (в Институте теоретической физики в Копенгагене, возглавлявшемся Н. Бором.— Н. Р.). Влияние Бора проявилось здесь в полную силу. Он создал свой особый стиль физики — так называемый копенгагенский стиль»¹.

Характерные черты стиля научных школ, из которых выходят оригинальные исследователи, новаторы в науке,— это демократизм творчества, полное отсутствие в научной работе «табеля о рангах»; признание решающей ценностью не служебное положение научного работника, а силу и своеобразие его мышления; дух партнерства в поисках решения проблемы, в поисках истины; поддержка смелой инициативы; уважение к критике, воспитание способности к самокритике.

Научная школа оставляет неизгладимый след в истории науки не только потому, что в ней успешно решаются актуальные проблемы науки, но и потому, что из нее выходят новые лидеры науки, формирующие новые научные направления и новые научные школы. Большинство крупнейших ученых второй половины XIX и первой половины XX вв. вышли из научных школ, сформировались в их стенах. Так, многие видные физико-химики начала XX в. вышли из Лейпцигской школы В. Оствальда (Ф. Доннан, Н. А. Шилов, В. А. Кистяковский, Г. Бредиг, И. А. Каблуков и др.).

Правда, не все программы исследований, известные в истории науки, принадлежали лидерам научных школ: некоторые крупные программы исследований в XIX в. были полностью реализованы отдельными учеными. Достаточно назвать В. Гиббса, разработавшего проблему гетерогенных равновесий и создавшего статистическую механику. Автором наиболее грандиозной научной программы в XX в. был А. Эйнштейн, реализовавший ее во время работы в патент-

ном бюро, без какого-либо общения с физиками. Этот факт представляет собой в наш век, пожалуй, совершенно уникальный случай.

Когда возникли научные школы

Научные школы возникли в начале XIX в., на определенном этапе развития науки; до этого времени научные программы, имевшие эпохальное значение, выдвигались и разрабатывались отдельными учеными. Организатором и руководителем первой научной школы (1825) был известный немецкий химик Ю. Либих.

Видный немецкий химик XIX в. Г. Кольбе охарактеризовал особенности Ю. Либиха как учителя в следующих словах: «Либих не был учителем в обыденном смысле слова. Обладая необыкновенно богатым запасом химических мыслей, он делился ими со своими более зрелыми учениками; побуждая последних к проверке его идей путем опыта, постепенно возбуждая в них стремление к самостоятельному мышлению, и указывал им пути и методы для экспериментального решения химических вопросов и проблем»¹. Девизом этой школы были известные слова Ю. Либиха: «Надо учить учащихся, как могут быть разрешены и как разрешаются научные вопросы». Следовательно, в первой научной школе предметом изучения служил, кроме современного состояния науки, сам метод исследования.

Значение первой научной школы, из которой вышел ряд выдающихся ученых (А. Гофманн, К. Фрезениус, Ш. Жерар, Г. Копп, А. Вюрц, Н. Н. Зинин, А. А. Воскресенский Э. Франк-ланд и др.), было огромно. По мнению ряда ученых и историков науки, деятельность этой школы сыграла не последнюю роль в том, что немецкая химическая промышленность в XIX в. завладела мировым рынком синтетических красителей и ряда других продуктов химии.

Школа Ю. Либиха не была чисто немецкой; в ее состав входили химики из других стран Европы и США.

¹ О школе А. И. Иоффе см. В. М. Тучкевич и ч. Колыбель советской физики. «Природа», 1969, № 6. О школе Н. К. Кольцова см. В. А. Энгельгардт. У истоков отечественной молекулярной биологии. «Природа», 1972, № 6. См. также материалы о школе Л. Д. Ландау: А. И. Ахиезер. Научное наследие Л. Д. Ландау. «Природа», 1969, № 4; А. С. Компанеев. Л. Д. Ландау — педагог. Там же; М. И. Каганов. Ландау — каким я его знал. «Природа», 1971, № 7.

² Е. Вигнер. Этюды о симметрии. М., 1971, стр. 179.

¹ В. Ф. Вейскопф. Нильс Бор и международное научное сотрудничество. В сб.: «Нильс Бор». М., 1967, стр. 268.

¹ Цит. по кн.: Э. Мейер. История химии. СПб., 1909, стр. 219.

Из школы Ю. Либиха вышло много ученых; некоторые из них стали организаторами новых научных школ, построенных на тех же принципах, что и воспитавшая их школа.

Возникновение научной школы Ю. Либиха имело определенные исторические предпосылки. К ним относятся: 1 — профессионализация занятия наукой (до конца XVIII в. наукой занимались или состоятельные люди, например Г. Кавендиш, А. Лавуазье, или люди, отдававшие этому свой досуг, как К. Шееле и др.); 2 — углубившийся процесс интернационализации науки, нашедший свое выражение в проведении ряда международных научных акций (составление карты звездного неба, изучение земного магнетизма), в организации международных форумов ученых; 3 — усиление влияния науки на производство через технику. До XIX в. развитие науки и техники шло независимыми параллельными курсами, да и в XIX в. совершенствование большинства отраслей промышленности (исключение составляла химическая и электротехническая промышленность) осуществлялось в основном эмпирическими методами.

Таким образом, изменения в развитии науки, наступившие в начале XIX в. и сопровождавшиеся заметным повышением скорости ее развития и ростом ее социального престижа, выдвинули проблему подготовки ученых, раньше всего получившую позитивное решение в области химии.

Учитель и ученики

Вопрос о том, почему одни крупные ученые были в истории науки лидерами научных школ, а другие так и не стали их создателями, очень сложен и не получил до сих пор однозначного ответа. Несомненно одно: ответ следует искать в особенностях психологии ученого, в сочетании его личностных качеств.

Проблема лидера научной школы, пожалуй, впервые была поставлена В. Оствальдом, проанализировавшим деятельность научных школ XIX в. в химии и физике и обратившим особое внимание на характеристику личных качеств их руководителей. Он

отметил, что такие ученые, как К. Гаусс, Г. Гельмгольц, не имели научной школы, тогда как большинство физиков в Германии последней трети XIX в. вышло из школы Г. Магнуса, который не был физиком высшего класса.

Можно привести примеры и из истории других наук, свидетельствующие, что не всегда в роли руководителей научных школ выступали крупные творцы науки. У Г. Гельмгольца и К. Бернара, пишет М. Г. Ярошевский¹, учились многие, но свои программы оба великих физиолога прошлого века разрабатывали совершенно единолично, и из их окружения крупных исследователей, воспринявших эти программы, не вышло. Напротив, Фостер, собственные научные достижения которого сравнительно невелики, сформировал блестящую плеяду нейрофизиологов во главе с Ч. Шеррингтоном. Хотя и значителен, но несовместим с гельмгольцовским или бернаровским вклад К. Людвиг в развитие науки, тем не менее К. Людвиг стал интернациональным учителем физиологии.

В связи с этим обстоятельством В. Оствальд отмечает: чтобы ученый мог создать научную школу, он должен обладать совокупностью определенных качеств. В этой роли выступают люди, которые соединяют в себе большую научную интуицию и богатство идей с сильным характером, организаторскими способностями, умением заражать энтузиазмом своих учеников. Не всякий крупный ученый обладает сочетанием этих качеств. В. Оствальд указывал, что в роли создателей научных школ, как правило, выступают ученые, которые, по его классификации, относятся к «романтикам». (По словам В. Оствальда, ему известно только одно исключение — школа математической физики немецкого физика и математика Ф. Неймана, который был «классиком».) Одна из характерных черт ученых типа «романтиков» (в отличие от «классиков») — высокая коммуникативность, контактность. Эти ученые не удовлетворяются выработкой собст-

венного взгляда, их настоящей потребностью является передача своих взглядов другим.

Более близкое знакомство с научными школами и их руководителями показывает, что часть последних не может быть отнесена к «романтикам». Вообще деление всех ученых по психологическому складу и темпераменту на эти две группы («классиков» и «романтиков») не выражает их действительной типологии, которая более сложна и многозначна. Но вместе с тем В. Оствальд верно подметил то сочетание личных качеств, которое позволяет ученому стать лидером научной школы.

М. Бунге различает следующие типы мыслителей: 1 — критики-разрушители, способные обнаружить недостатки в чужих работах, но не способные заменить устаревшее и обветшавшее чем-нибудь новым и лучшим; 2 — практики, способные использовать существующие теории и методы для решения конкретных проблем, будь то познавательные или практические; 3 — разработчики-критики-созидатели, способные совершенствовать известные идеи или методы или расширить их применение, сохраняя, однако, неизменным их сущность; 4 — творцы новых проблем, новых понятий, новых теорий, новых методов и даже новых путей мышления. Все они, пишет М. Бунге, необходимы науке и философии¹. Несомненно, что в роли лидеров научных школ, как правило, выступают ученые, принадлежащие, по классификации М. Бунге, к последней группе.

У руководителя школы, как указывал В. Оствальд, должна быть способность своевременно уступить дорогу талантливому и преуспевающему ученику. История многих научных школ показывает, что руководитель обязательно должен дать дорогу талантливым ученикам, но не всегда интересы дела требуют от него, чтобы он уступил место: ведь он может продолжать эффективно выполнять свои функции руководителя даже в том случае, если перестает быть основным источником идей, но продол-

¹ Проблемы научного творчества в современной психологии. М., 1971, стр. 222.

¹ М. Бунге. Интуиция и наука. М., 1967, стр. 129.

жает решительно поддерживать новые идеи и направления мысли.

В XIX в. все научные школы дислоцировались в университетах, а их руководители по своему служебному положению прежде всего были профессорами этих университетов. Это создавало благоприятные условия для пополнения научных школ. «Свой» университет был главным, но не единственным резервуаром, из которого руководитель школы черпал для нее пополнение: в эти школы шел приток из других университетов, в том числе и из зарубежных. Так, в Лейпцигской школе В. Оствальда и в Гиссеновской школе Ю. Либиха были химики из многих стран мира — Германии, Франции, Англии, России, США.

Характерно для этих научных школ постоянное обновление состава. Получившие в ней «путевку в науку», как правило, становились профессорами университетов, продолжали развивать соответствующие направления в науке, работая в других местах, но при этом поддерживали научную и личную связь с руководителем выпестовавшей их школы; в школу же постоянно вливалась молодежь.

Такой статус научных школ в значительной степени спасал их не только от окостенелости, но и от сколь угодно ощутимого снижения творческого потенциала. Установка руководителя школы на постоянное ее пополнение талантливей молодежи и создание максимально благоприятного климата для творческой работы предохраняло научную школу от снижения ее уровня даже в том случае, если творческий «заряд» руководителя школы с возрастом уменьшался.

Такая ситуация, в частности, отмечалась в Лейпцигской школе В. Оствальда. В первый период ее существования основным направлением, которое в ней разрабатывалось, была теория растворов. Затем В. Оствальд переориентировал ее на разработку проблем катализа. Уменьшение своих личных научных возможностей В. Оствальд в это время стремился с лихвой компенсировать интенсификацией научной деятельности учеников, что ему вполне удавалось. Когда же В. Оствальд почувствовал значительный упадок сил, он перестал заниматься экспериментальным исследо-

ванием в этой области и отказался от руководства научной работой своих сотрудников и студентов. Это соответствовало его представлению о том, что наиболее трудная область деятельности — руководство научными исследованиями, поэтому, если ученый почувствует, что кривая его творческой деятельности пошла вниз, он должен отойти от руководства.

Переориентация работы научной школы в некоторых случаях происходит после ухода ее руководителя. Так, после смерти Э. Резерфорда директором Кавендишской лаборатории стал У. Брэгг, серьезно изменивший направление ее работы. Наряду с традиционным направлением, которое было единственным при жизни Э. Резерфорда, — физика высоких энергий — возникают два новых направления: радиоастрономия (М. Райл) и молекулярная биология (М. Перетц, занимавшийся уже до этого рентгеновским анализом гемоглобина). В данном случае сложилась ситуация, довольно частая после смерти руководителя научной школы, когда происходит дивергенция направлений и новый руководитель выступает главным образом не в роли генератора идей, а руководителя, осуществляющего политику максимального благоприятствования в отношении тех работ, которые, по его мнению, весьма перспективны и обеспечены талантливыми исполнителями.

Новый руководитель научной школы, по мнению американского астрофизика Ф. Дайсона, должен руководствоваться тремя правилами: «не пытаться возродить былую славу», «не делать чего-либо только потому, что это модно» и «не бояться презрения снов». Следование этим принципам, по утверждению Ф. Дайсона, имело своим результатом то, что Кавендишская лаборатория вскоре стала лидером в двух совершенно новых областях — радиоастрономии и молекулярной биологии.

В свое время Д. И. Менделеев отмечал три формы организации науки в ее истории: монастырь, академия, университет. В 80-х годах он указывал на необходимость создания нового типа организации науки — научных центров, имеющих самостоятельный статус, что должно было, по его мыс-

ли, способствовать тому, чтобы «наука шагнула прямо в жизнь».

В начале XX в. в науке появляются новые формы организации — научные лаборатории при крупных промышленных предприятиях или их объединениях и государственные научно-исследовательские институты. Это совпало с возникшим в последней четверти XIX в. движением ученых за «раскрепощение» их от педагогической нагрузки, за то, чтобы исследовательская работа была для них занятием *par excellence*. Новые формы организации науки привели к реализации этого требования для значительной части ученых. В XX в. университеты утрачивают монополию на научные школы, которые теперь все чаще и чаще складываются в научно-исследовательских учреждениях (достаточно назвать Ленинградский физико-технический институт, возглавлявшийся А. Ф. Иоффе).

Научные школы сегодня

Замечательным примером научных школ в первой трети XX в., пишет М. Арденне, были Мюнхенская школа физика-теоретика А. Зоммерфельда и школа А. Ф. Иоффе¹. Высокая эффективность обеих школ определялась, подчеркивает М. Арденне, тремя моментами: 1 — отбором в высшей степени одаренных лиц (тут сказывалось как притягательное воздействие личности больших ученых, так и выбор наиболее талантливых учеников самими учеными); 2 — взаимное стимулирование высокоталантливых учеников в процессе учебы; 3 — исключительно высокое побудительное воздействие личности преподавателей в сочетании с тем обстоятельством, что они могли целиком посвятить себя индивидуальной подготовке небольшого числа учеников в связи с освобождением от других видов деятельности.

Научные школы в настоящее время, как и в XIX в., находятся в авангарде науки. Лучшие из них являются если и не «питомниками гениев», как это было сказано в отношении Кавендишской школы Э. Резерфорда, то,

¹ М. Арденне. «Мир науки», 1966, № 1, стр. 29—30.

по крайней мере, «питомниками талантов» и, следовательно, питомниками идей, оказывающих серьезное влияние на развитие науки.

Научные школы играют серьезную роль в повышении идейного уровня науки, в преодолении резко возросшей диспропорции между генераторами идей и исполнителями, диспропорции, которая при определенных обстоятельствах может стать серьезным фактором, снижающим темпы прогресса науки.

Направление работы научной школы имеет важное значение для оценки перспектив развития науки. Д. Брукс справедливо замечает, что первым показателем, насколько созрело данное направление для массовой атаки, служит факт привлечения к нему талантливых ученых. Сосредоточение на данном направлении наиболее интересных ученых эпохи — несомненное свидетельство, что оно находится на передовом рубеже науки. Это относится и к научным школам, которые никогда не создаются в боковых направлениях науки, в областях, не имеющих широких перспектив для развития, но всегда — в наиболее прогрессивных.

Таким образом, в современной ситуации значение научных школ как очагов новых идей и «питомников» их творцов по-прежнему велико. Значение научных школ не исчерпывается их непосредственным вкладом в развитие науки, а состоит еще и в том, что они играют роль буксира в научном соревновании и в значительной степени определяют атмосферу в научной среде, способствуют ее очищению от нежелательных элементов.

Развитие науки в настоящее время сопровождается рядом новых явлений, известная часть которых имеет негативный характер. Зарубежные социологи науки отмечают, например, что так называемая большая наука порождает тенденцию к усиливающемуся разделению ученых по иерархии, способствует появлению олигархической элиты.

В связи с огромным увеличением спроса на работников науки и повышением социального престижа ученых в науку потянулось немало людей, которые, как справедливо отме-

чал Н. Винер, в иных условиях нашли бы себе место в других областях деятельности.

Те, кто пошел в науку не по мотивам бескорыстной любви к ней, не по призыванию, а по другим соображениям, чаще всего оседают не в ее авангардных областях, а в периферийных разделах.

Указанные явления, как правило, не характерны для научных школ, «психологический климат» в которых создает иммунитет к подобным тенденциям. Ничто не обходится так дорого, говорил С. Пауэлл, и ничто так не деморализует, как безразличное и нетворческое отношение к исследуемому предмету¹. Научная школа с высоким уровнем профессиональных и моральных требований к члену коллектива почти исключает явление, отмечаемое Пауэллом.

Кстати, для стиля работы в школе, возглавлявшейся самим С. Пауэллом, была характерна манера творческого сотрудничества, когда каждый из работников чувствовал себя частью коллектива, каждый ощущал себя лично принимающим участие в самом предприятии и когда индивидуальность каждого сохранялась... С. Пауэлл доказал, что можно делать большую науку и одновременно развивать и поддерживать такие важные атрибуты науки, как личный успех, личный энтузиазм, ощущение творчества как процесса необычного, уникального.

Возрастание неоднородности научных коллективов по профессиональному уровню его работников ставит ряд новых задач, в частности задачу, как наилучшим образом укомплектовать коллектив. В этой связи выдвигается проблема типологии ученых, во всяком случае, той группы ученых, которая составляет (с точки зрения направления работы данного исследовательского учреждения) его ведущее ядро. В частности, этот вопрос выступает в проблеме, получившей название «барьерный эффект». Названный эффект сводится к следующим вопросам: какова нижняя и верхняя граница группы, работающей над решением определенной

темы, каковы качественный состав этой группы и организация ее работы (сюда включается вопрос о соответствующем «психологическом климате»), какие условия должны быть созданы для того, чтобы данный коллектив работал в оптимальном режиме. В научных школах эти вопросы решаются относительно более легко, чем в просто научных коллективах.

Научные школы, помимо прочего, выступают в роли хранителей лучших научных традиций, которые они передают через своих питомцев другим научным коллективам. Трудно переоценить значение этих традиций в пору, когда приобщение новых континентов к науке происходит во все возрастающих масштабах. Научная традиция выступает ныне как барьер против проникновения в науку нежелательных явлений, сопровождающих ее стремительную экспансию, которая сама по себе представляет один из наиболее значительных феноменов современности.

УДК 001.

Рекомендуемая литература

Г. Кребс. СТАНОВЛЕНИЕ УЧЕНОГО. «Природа», 1969, № 3.

Э. Мейер. ИСТОРИЯ ХИМИИ. СПб, 1909.

В. Оствальд. ВЕЛИКИЕ ЛЮДИ. СПб, 1910.

Очерки истории и теории развития науки. Сб. М., 1969.

Е. В. Павловский. МОЙ УЧИТЕЛЬ. «Природа», 1972, № 4.

Проблемы научного творчества в современной психологии. Сб. М., 1971.

А. Стёртевант. ВОСПОМИНАНИЯ О ТОМАСЕ ГЕНТЕ МОРГАНЕ. «Природа», 1968, № 8.

¹ С. Пауэлл. Поборники науки. «Мир науки», 1967, № 1, стр. 6.

Астрономия в Узбекистане за 50 лет

Академик АН Узбекской ССР В. П. Щеглов

Ташкентская астрономическая и физическая обсерватория к моменту образования Союза ССР имела уже полувековую историю. Ее возникновение было вызвано чисто практическими задачами, связанными с созданием астрономической основы для картографирования территории Туркестана, незадолго до того присоединенного к России, и организацией регулярных метеорологических наблюдений. Эти задачи обсерватория выполнила полностью. В результате ее усилий была создана опорная астрономическая основа для картографических работ и получены многолетние ряды метеорологических наблюдений, а также проведены первые наблюдения магнитного поля, выполнены гравиметрические исследования и заложены основы регистрации сейсмических явлений.

Своими работами обсерватория приобрела широкую известность в астрономическом мире как единственное научное учреждение в Туркестане, изучающее его не известные ранее физико-географические характеристики.

Но, исчерпав свою основную задачу в первое пятидесятилетие, обсерватория накануне Великой Октябрьской, социалистической революции оказалась в состоянии полуконсервации: и без того малочисленный научный персонал уменьшился, оборудо-

вание устарело, прекратились полевые и экспедиционные работы. В 1922 г. Наркомат просвещения Туркестанской Республики, в ведении которого находилась обсерватория, передал ее в качестве филиала Астрофизическому институту Московского университета.

Возрождение обсерватории совпадает со знаменательной датой образования Союза Советских Социалистических Республик.

Астрофизический институт МГУ для усиления работ обсерватории направил в Ташкент профессора, впоследствии члена-корреспондента АН СССР, М. Ф. Субботина (1890—1966) и еще нескольких астрономов. 25 февраля 1922 г. М. Ф. Субботин был назначен директором обсерватории. В этом же году Ташкентская астрономическая и физическая обсерватория была разделена на два самостоятельных учреждения: Астрономическую и Геофизическую обсерватории. С первых же дней своей работы в Ташкенте М. Ф. Субботин возобновил наблюдения на нормальном астрографе, на котором он и его помощники получили большое число фотографий рассеянных звездных скоплений для изучения собственных движений входящих в них звезд.

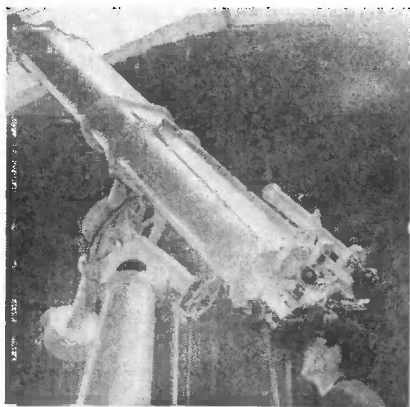
В 1924 г. была образована Узбекская Советская Социалистическая Республика. В следующем году Таш-

кентская астрономическая обсерватория была возвращена Наркомату просвещения УзССР; были отпущены средства на обновление оборудования и расширение ее штата. В 1926 г. было решено создать в обсерватории лабораторию времени. После устройства в 1928 г. трансляционной линии, связавшей обсерваторию с радиостанцией, начали регулярно передаваться ритмические сигналы времени, используемые при астрономо-геодезических, гравиметрических, сейсмометрических работах. В том же году был получен пассажный инструмент, а вскоре — часы Рифлера и Шорта и другое лабораторное оборудование. Лаборатория времени вступила в регулярную работу с 1930 г. — одной из первых в Советском Союзе.

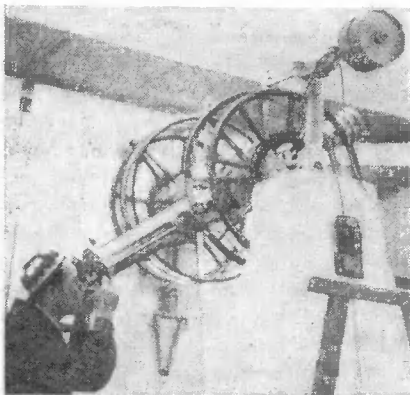
После прекращения в 1919 г. работ Чарджуйской широтной станции остро ощущалась необходимость в создании новой станции с теми же задачами — изучать изменчивость географической широты. Несколько таких станций, расположенных на параллели 39°08' и объединенных в междunarодную кооперацию, получают из своих наблюдений координаты мгновенного полюса Земли.

Решение о постройке широтной станции в Узбекистане было принято в декабре 1925 г. Место для нее выбрано в 407 км от Ташкента, в окрестности г. Китаба — единственного населенного пункта на территории УзССР, расположенного на упомянутой параллели. Станция включилась в регулярную работу 14 ноября 1930 г. и не прерывает ее до настоящего времени.

С 1931 г. в обсерватории развива-



Нормальный астрограф — инструмент для фотографического определения координат звезд. У инструмента — кандидат физико-математических наук А. Г. Рахимов.



Меридианный круг, предназначенный для точного определения экваториальных координат небесных светил. У инструмента — кандидат физико-математических наук О. Т. Турсунов.

ются работы по исследованию переменных звезд (Н. Ф. Флоря, Б. В. Кукаркин, В. П. Цесевич), наблюдению малых планет и метеоров (В. А. Мальцев). В 1932 г. в ней создается лаборатория для систематических наблюдений солнечной активности.

В 30-х годах возникла необходимость постановки наблюдений для уточнения звездных каталогов. В этих целях была проведена модернизация приобретенного еще при основании обсерватории, но не работавшего ме-

ридианного круга, осуществленная под руководством П. И. Яшнова. С 1935 г. меридианный круг регулярно используется для определения прямых восхождений звезд.

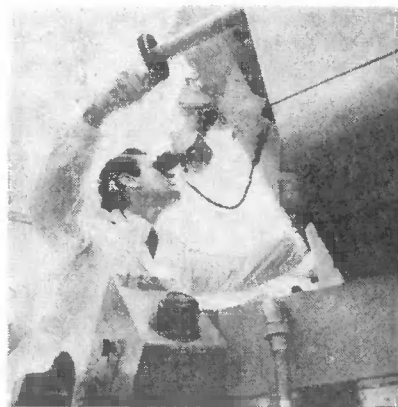
Особенно интенсивно действовала лаборатория времени в дни Великой Отечественной войны, когда она — вместе с эвакуированными в Свердловск и Джамбул лабораториями Государственного астрономического института им. П. К. Штернберга и Научно-исследовательского института геодезии, аэросъемки и картографии — обеспечивала все потребности страны в сигналах точного времени.

В военные годы — с сентября 1941 по май 1945 — в Ташкентской обсерватории размещалась эвакуированная из Ленинграда Пулковская обсерватория. В то же время на Китабской международной широтной станции им. Улугбека находился основной состав Симеизской обсерватории. Возглавлявший эту группу Г. Н. Неуймин одну из открытых им малых планет назвал Узбекистанией; она вошла в Международный каталог под № 1351.

В ноябре 1943 г. была учреждена Академия наук Узбекской Советской Социалистической Республики. Ташкентская астрономическая обсерватория и Китабская международная широтная станция им. Улугбека вошли в ее состав, что в значительной мере способствовало развитию этих учреждений.

В 1944 г. лаборатория времени получила второй пассажный инструмент. Начались продолжавшиеся несколько лет наблюдения для анализа систематических ошибок в определении координат (В. П. Щеглов, В. Т. Беда). Большой наблюдательный материал, полученный в лаборатории времени с 1932 по 1939 г., послужил для определения точного значения долготы обсерватории (В. П. Щеглов).

В 1957—1959 гг., в связи с участием в исследованиях по программе Международного геофизического года (МГГ) и Международного года геофизического содружества (МГГС), лаборатория времени пополнилась новым пассажным инструментом, кварцевыми часами, приемной и регистрирующей аппаратурой. Лаборатория полностью выполнила предназначенную



Камера для наблюдений искусственных спутников Земли. Наблюдение ведет Ю. М. Иванов.



Пассажный инструмент для определения поправок часов службы времени. У инструмента — кандидат физико-математических наук Э. А. Санакулов.

ей программу и на полученных материалах провела ряд исследований (В. П. Щеглов, Б. В. Ясевич).

Деятельность отдела меридианной и фотографической астрометрии в значительной мере была связана с проблемой каталога слабых звезд. Выдвинутая советскими астрономами, эта проблема, несомненно, относится к одной из фундаментальных проблем астрометрии.

В результате проведенных за период 1937—1963 гг. исследований

опубликовано несколько каталогов, необходимых для создания общего каталога слабых звезд (Л. М. Маткевич, М. Ф. Быков, Г. Д. Джалилов). С 1963 г. начаты работы для составления каталога ярких звезд, к настоящему времени законченные (М. Ф. Быков, И. М. Бородинский, О. С. Турсунов и др.).

Китабская международная широтная станция им. Улугбека в 1970 г. отметила 40-летие непрерывной работы. В течение этого времени она полностью выполняла свои международные обязательства, поставляя в Центральное бюро широты результаты своих наблюдений. Наряду с этим сотрудниками станции проведен ряд исследований, выходящих за пределы международной программы (А. М. Калмыков, В. С. Шухоров, Д. И. Кравцев и др.). В 1956—1957 гг. станция обогатилась новым светосильным зенит-телескопом ЗТЛ-180, позволявшим ей принять полноценное участие в исследованиях по программам МГГ и МГГС.

В 1957 г. была организована специальная лаборатория фотографической астрометрии, которую возглавил А. А. Латыпов. В ее задачу входило расширение исследований по фотографической астрометрии и организация регулярных наблюдений искусственных спутников Земли. Среди работ по фотографической астрометрии последнего периода отметим исследования А. А. Латыповым собственных движений планетарной туманности NGC 6720 и звезд в ее окрестностях. А. Г. Рахимов изучил собственные движения звезд в избранных областях неба.

Большая работа проделана по наблюдению галактик в качестве первых эпох для определения абсолютных собственных движений звезд. Составлен и опубликован каталог галактик в зоне от -5° до -25° по склонению, которые пригодны для точных астрометрических измерений (А. А. Латыпов, Н. Ф. Фатчихин). Проведены наблюдения и определены экваториальные координаты ряда малых планет (Н. Р. Алиева, Ш. Примкулов, Х. Ишмухамедов и Л. И. Баштова).

Много внимания уделяется фотографическим наблюдениям искусственных спутников Земли с последую-



Первый выпуск астрономов Среднеазиатского университета в 1950 г. Слева направо: В. П. Щеглов, Г. Г. Мурсалимова (в настоящее время доцент Ферганского пединститута), А. Арифжанов, А. А. Латыпов (в настоящее время зам. директора АИ АН УзССР), Х. Р. Шакирова (в настоящее время доцент ТашГУ).



В. П. Щеглов демонстрирует молодым сотрудникам Астрономического института редкие инструменты.



Туманность Ориона. Первый снимок, полученный камерой Шмидта (диаметр зеркала 32 см) на горе Майданак. Экспозиция 30 мин.

щим получением их экваториальных координат (Ю. М. Иванов, А. К. Кадыров и др.). Научный сотрудник лаборатории Ю. М. Иванов в порядке участия в международной кооперации по наблюдению искусственных спутников Земли провел годичный цикл наблюдений на о. Кергелен (Франция).

С 1932 г. непрерывно работает лаборатория Солнца. Вначале задача лаборатории ограничивалась регистрацией солнечных пятен и статистической обработкой результатов наблюдений. С конца 1932 г. начались наблюдения протуберанцев. С 1936 г. проводятся наблюдения поверхности Солнца в монохроматическом свете (H_α) и регистрируются солнечные вспышки на стандартном спектрогелиоскопе.

Постепенно увеличивая наблюдения различных индексов солнечной активности, лаборатория превращается в одну из основных станций всесоюз-

ной службы Солнца. С 1947 г. в ней началось изучение хромосферных вспышек. В 1957 г., в связи с участием в исследованиях по программам МГГ и МГГС, лаборатория пополнилась хромосферно-фотосферным телескопом, который вступил в регулярную работу в сентябре этого года.

На основе полученного с помощью этого инструмента материала выполнен ряд исследований по интерпретации физических процессов, происходящих на поверхности Солнца и в его атмосфере (Ю. М. Слоним, К. Ф. Кулешова, З. Б. Коробова, И. Саттаров, А. Садилов).

В мае 1967 г. установлен большой горизонтальный солнечный телескоп АЦУ-5 со спектрографом АСП-20. На нем изучаются физические параметры солнечных пятен и хромосферы (И. Саттаров, А. Садилов). Обсерватория участвовала в наблюдениях пяти полных солнечных затмений. При этом в двух случаях — в 1952 и

1954 гг. — ею получены прекрасные снимки солнечной короны¹.

Исследования переменных звезд не носили непрерывного планомерного характера, пока не была организована в 1952 г. специальная лаборатория. И. М. Ищенко начал систематическое фотографирование избранных областей неба короткофокусными камерами. Он же наблюдал несколько затменных двойных звезд и на основе этих наблюдений провел ряд исследований.

В последние годы главные усилия сотрудников лаборатории направляются на изучение нестационарных звезд типа Т Тельца, RW Возничего, UV Кита и др. Цель этих исследований — конкретизация начального этапа звездной эволюции и связанное с ней описание нестационарных явлений в атмосферах звезд типа Т Тельца, а также морфология предельно молодых звездных комплексов (В. С. Шевченко).

Наряду со своими прямыми обязанностями сотрудники лаборатории переменных звезд занимаются изучением астроклимата на территории среднеазиатских республик и Казахстана. В ста километрах от Китабской международной широтной станции ими был выявлен пункт на горе Майданак, обладающий наилучшими из всех обследованных мест астроклиматическими показателями. С 1970 г. на г. Майданак работает постоянная высокогорная экспедиция, уточняющая астроклиматические параметры пункта. Получаемые данные убеждают нас в том, что, по-видимому, этот пункт по своим астроклиматическим данным сравним лишь с немногими местами на нашей планете².

Обсерватория провела несколько астрономо-геодезических и гравиметрических экспедиций. В 1929 г. по побережью оз. Балхаш были определены 10 астрономических пунктов (А. Ф. Субботин). Пять экспедиций, определивших 225 гравиметрических пунктов, вошедших во всесоюзную гравиметрическую съемку, работали в 1933—1936 гг. (Я. П. Цукерваник).

¹ См. «Природа», 1952, № 6; 1955, № 3.

² См. сб. «Молодые звездные комплексы. Астроклимат». Изд-во «Фан», УзССР, Ташкент, 1972.

В 1934—1936 гг. проведены три экспедиции с определением 17 астрономических пунктов первого класса на государственной триангуляционной сети (В. П. Щеглов). В 1941 г. специальная экспедиция работала на сохранившейся части Обсерватории Улугбека в Самарканде. Ею определены географические координаты и азимут оси гигантского мраморного секстанта — главного инструмента обсерватории Улугбека (В. П. Щеглов, Г. Д. Джалялов).

Сотрудник обсерватории С. М. Козик выполнил несколько исследований контура земной тени во время лунных затмений, предвычисление покрытий звезд Луной и др. В 1936 и 1939 гг. он открыл две кометы (1936в и 1939а) и вычислил их предварительные орбиты. Эти открытия принесли ему именные медали Тихоокеанского астрономического общества. Заметим, что за истекшее 50-летие в СССР было открыто всего 11 комет.

Узбекистан — страна древних астрономических традиций. На его территории родился и работал знаменитый энциклопедист X—XI вв. Абу-Рейхан Бируни (973—1049), 1000-летие со дня рождения которого будет широко отмечаться научной общественностью в 1973 г.

В XV в. в Самарканде функционировала знаменитая обсерватория Улугбека (1394—1449). Естественно

поэтому, что в Узбекистане уделяется значительное внимание исследованиям по истории астрономии. Опубликованы монография акад. АН УзССР Кары-Ниязова¹, вышедшая двумя изданиями; работы В. П. Щеглова, Г. Д. Джалялова и др. В связи с 2500-летием Самарканда в 1968 и 1970 гг. был издан «Атлас звездного неба» Я. Гевелия, представляющий извлечение из его знаменитого трактата «Предвестник астрономии», опубликованного в Гданьске в 1690 г. Это первое в отечественной астрономической литературе факсимильное воспроизведение древнего трактата вызвало весьма благоприятный резонанс среди астрономов мира. Большую работу по изучению и изданию астрономических трудов Бируни на русском и узбекском языках ведет Институт востоковедения АН УзССР. Им опубликованы такие капитальные произведения Бируни, как «Индия» и «Геодезия». В стадии подготовки к печати находится «Канон Масуда».

Параллельно с развитием научных исследований на обсерватории готовились кадры высококвалифицированных специалистов — через аспирантуру и без открыва от плановой работы.

Обновляя свое оборудование и

¹ Т. Н. Кары-Ниязов. Астрономическая школа Улугбека. Избр. тр., т. VI. Ташкент, 1967.

привлекая новые кадры, обсерватория к 50-летию Великого Октября достигла такого уровня, который был признан достаточным для реорганизации ее в институт. Соответствующее постановление Президиума АН УзССР предусматривало начало деятельности института с 1 сентября 1966 г. В составе Астрономического института пять отделов: времени, меридианной астрометрии, фотографической астрометрии, физики Солнца, переменных звезд и филиал института — Kitabская международная широтная станция им. Улугбека. В институте предполагается широкое развитие астрофизических исследований. Для этого намечается создание высокогорной среднеазиатской астрофизической обсерватории на уже выбранном пункте — горе Майданак. Это мероприятие предполагается осуществить средствами и силами Академии наук СССР и академий наук среднеазиатских республик и Казахстана.

Создание обсерватории в условиях, конкурирующих с лучшими для наблюдений местами нашей планеты, в частности с условиями Чилийского побережья, обеспечит возможность быстрого накопления первоклассного наблюдательного материала, способствующего решению актуальнейших проблем современной астрономии.

удк 522.1

Самые северные леса на Земле

В. В. Крючков

Кандидат географических наук

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

Считается, что лесной островок Ары-Мас по р. Новой, левому притоку р. Хатанги (рис. 1), — самый северный в мире. Об этом написано довольно много¹. Местоположение

этого лесного массива разные авторы определяли по-разному — $72^{\circ}37'$ с. ш. (Л. Н. Тюлина), 74° (А. В. Кнорре и др.), $72^{\circ}30'$ (Б. Н. Норин и др.).

1962; Сб. Примечательные природные ландшафты СССР и их охрана. М., 1967; А. В. Кнорре и др. «Ботанический журнал», 1971, № 5; Б. Н. Норин и др. Там же, 1971, № 9.

Летом 1970 г. автор этих строк, работая в бассейне р. Хананги, уточнил, что лесной островок Ары-Мас находится на широте $72^{\circ}27'—28'$. Учитывая, что Ары-Мас не точка, а массив, вытянутый вдоль р. Новой на 20 км и занимающий ширину от 0,5 до 3—4 км, действительной его широтой следует считать $72^{\circ}27'—28'$, может быть, $30'$.

Второй факт, установленный нами, заключается в том, что по правому берегу Хатанги лиственные редко-леса идут еще севернее Ары-Маса и доходят до $72^{\circ}34'$ с. ш. (см. рис. 1). Причем это не изолированные лесные островки вроде Ары-Маса, а сплошной лесной массив, который начинается у северо-восточных склонов

¹ См. Л. Н. Тюлина. Тр. Арктического ин-та. Л., т. 63, 1937; Б. А. Тихомиров. Безлесие тундры, его причины и пути преодоления, М.—Л.,

отрогов Путораны и простирается в северо-восточном направлении, как бы параллельно р. Хатанге, на десятки километров до левого берега р. Лукунской. На правом, северном берегу р. Лукунской встречаются только отдельные лиственничные куртины, причем по правому берегу Хатанги они идут еще километров на 16 севернее р. Лукунской. Самые северные лиственничные куртины найдены мной на правом берегу Хатанги, на $72^{\circ}40'$ с. ш. (см. рис. 1). Диаметр куртин составляет 5—20 м, количество лиственниц в них от 3—5 до 15, высота их 3—6 м, диаметр у поверхности почвы 5—7 см. Между куртинами встречаются ползучие стланиковые формы лиственницы, высота которых 30—70 см.

Другой район, где лиственница даурская занимает довольно северное положение — это долина р. Попигая. В нижнем течении реки долина без-

лесна. В верхнем — граница редколесий доходит примерно до $72^{\circ}10'$ с. ш. По наблюдениям В. Д. Александровой¹, отдельные деревья в долине этой реки доходят до $72^{\circ}30'$ с. ш., а стланиковые формы лиственницы даурской достигают $72^{\circ}50'$; они расположены примерно в 45—48 км выше устья Попигая (см. рис. 1). По-видимому, на правом берегу Хатанги от лиственничных куртин на $72^{\circ}40'$ с. ш. до нижнего течения Попигая имеются еще не отмеченные никем лиственничные куртины и лиственничные стланики и они ждут своих исследователей. Подобные находки возможны и в бассейне р. Новой.

На земном шаре есть еще три места, где древесная растительность заходит севернее 72 параллели — это долины рек Анабара, Оленека, Лены.

¹ В. Д. Александрова. Труды Арктического ин-та. Л., т. 63, 1937.

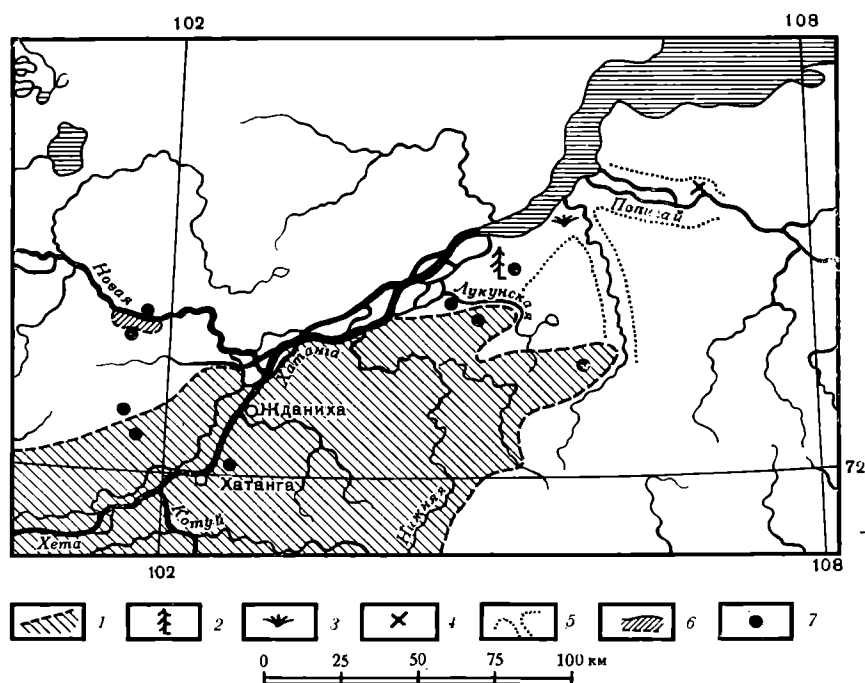


Рис. 1. Самые северные на Земле лесные массивы и островки древесной растительности на Крайнем Севере: 1 — лесные массивы и их северные границы; 2 — самые северные лиственничные куртины; 3 — самые северные кусты ольхи кустарниковой; 4 — самые северные лиственничные стланики (по В. Д. Александровой, 1937); 5 — район, где возможны нахождение лиственничных куртин и ползучих стлаников; 6 — Ары-Мас; 7 — точки, где автором произведены описания.

Но здесь граница редколесий и отдельных деревьев отстает на 25—40 км от рубежей, указанных для правобережья Хатанги.

Отдельные кусты ольхи кустарниковой идут по правому берегу Хатанги еще севернее лиственничных куртин, немного не доходя до пос. Новорыбного. Самые северные из них встречены мной на правом берегу р. Хатанги на $72^{\circ}48'$ с. ш. (см. рис. 1). Заросли ольхи достигают в диаметре 6—7 м, высота кустов 0,5—1,2 м. Т. Г. Полозова отмечала, что по долине р. Оленек ольха кустарниковая почти достигает 73° с. ш. под защитой кряжа Чекановского¹.

Посмотрим теперь, как изменяется характер древостоев и формы роста деревьев у самых северных пределов их распространения. В окрестностях пос. Хатанга высота деревьев равняется 7—9 м, диаметр их на высоте 1,3 м составляет 15—25 см, сомкнутость крон 0,4—0,6, в подлеске — ольха кустарниковая. Широко распространены заросли березки карликовой. Древостои занимают верхние части холмов, склоны. Почва оттаивает на 45—65 см. По мере движения к северу деревья стоят все реже одно от другого, высота и диаметр их уменьшаются. Деревья занимают здесь верхние и средние части холмов; нижняя граница древостоев совпадает с верхним уровнем паводковых вод и обычно оконтурена полосой плавника, оставленного речками и озерами в период весеннего подъема воды. Микрорельеф — трещиновато-бугорковый. Глубина морозобойных трещин соответствует примерно глубине летнего оттаивания. У самого полярного предела лесов, в данном случае близ реки Лукунской, начинают встречаться куртинные формы лиственницы. В куртинах насчитывается от 3—5 до 30 лиственниц разной высоты, но обычно не более 4—6 м. В большинстве случаев это деревья вегетативного возобновления, происшедшие не от семян, а от укоренившихся ветвей. Вегетативное возобновление в столь суровых условиях, вероятно, эффективнее семенного, потому что молодому растению семен-

¹ См. сб.: Материалы по растительности Якутии. Л., 1961.



Рис. 2. Участок самого северного на Земле лесного массива. Влево идет склон к р. Лукунской. Безлесная часть склона, показанного на фото, в недавнем прошлом, судя по обилию пней, была покрыта деревьями.

ного происхождения труднее противостоять окружающей среде, чем экзотическому растению, который связан с материнским растением. Здесь же встречаются и стланиковые формы лиственницы даурской. Дальше к северу куртины постепенно переходят в стланиковые формы, что свидетельствует о еще более суровых условиях среды.

Возле лиственничных куртин и стлаников встречаются отмершие стволы деревьев (лежащие на земле, заросшие мхом) и старые пни. Наряду с хорошо сохранившимися остатками деревьев встречаются полурасложившиеся, покрытые мхом пни и стволы, примерно таких же диаметров. Это остатки сменяющих друг друга поколений. Однажды поселившись, древесные растения не погибают во времена незначительных климатических ухудшений — они изменяют форму

роста. В куртинах при ухудшении условий среды может произойти отмирание некоторых растений или их частей, особенно с наветренной или северной стороны, а также отмирание верхних частей. При улучшении условий высота растений в куртине увеличивается, расширяется диаметр самой куртины, а потом и появляются всходы между куртинами.

Это естественное изменение формы роста лиственницы даурской у ее полярных пределов нарушается человеком, в результате чего все трудней сейчас (а в будущем — тем более) изучать динамику северной границы лесов и ряд других вопросов, имеющих большое научное и практическое значение.

Склоны холмов, обращенные к р. Лукунской, почти полностью обезлесены вырубками (рис. 2). Уничтожают леса и вырубает их здесь не-

прерывно: лиственницы используются местным населением для строительства нарт, лодок, песчовых ловушек (пастей); рыбаки и охотники строят на берегах рек и озер деревянные избушки (часто это делают браконьеры), много деревьев гибнет от пожаров и т. д.

Нельзя допустить уничтожения самых северных на Земле лесных массивов и островков древесной растительности. Участки эти должны быть заповеданы незамедлительно.

Витамины водоемов

Е. Н. Одинцова
Доктор биологических наук
Г. Шлапкаускайте
Институт ботаники АН Литовской ССР

Водоемы привлекают внимание специалистов самых различных профилей. Для снабжения населения водой требуются определенная степень чистоты того или иного водоема, отсутствие органических веществ. С точки же зрения народного хозяйства, водоемы рассматриваются как определенная среда для размножения рыбы, где важно исследовать содержание питательных веществ.

В снабжении водоемов питательными веществами исключительную роль играют микроскопические водоросли — зеленые и синезеленые, а также фотосинтезирующие бактерии. Эти представители фитопланктона, находясь в верхних слоях водоема, осуществляют за счет солнечной энергии фотосинтетические процессы, строят углеводы, белки и другие элементы пищи для построения протопласта

клеток, размножения. Эти же организмы, как и многие другие бактерии водоемов, синтезируют и физиологически активные, жизненно важные соединения — витамины и витаминоподобные вещества. К числу физиологически активных веществ относятся, в первую очередь, витамины группы В.

Вопрос об интенсивности биосинтеза витаминов фитопланктоном в литературе почти не освещен. Поэтому могут представить общеприкладной интерес результаты сравнительных исследований концентрации и накопления витаминов группы В в одном из наиболее крупных водоемов — Куршском заливе Балтийского моря (Литовская ССР). Залив принимает с востока Неман с его многими рукавами, а также и другие более мелкие реки. Поэтому воды залива сильно приближаются к водам пресноводных озер и рек. Общий объем залива — 6,2 км³.

Нами исследовались следующие витамины группы В: инозит, биотин, пантотеновая кислота, тиамин, пиридоксин, никотиновая кислота, пара-аминобензойная кислота, витамин В₁₂.

Наблюдения за концентрацией витаминов проводились во время вегетации в 1970—1971 гг. в период наиболее высокого развития фитопланктона. Попытка определить их содержание непосредственно в воде с помощью дрожжевых тестов (микрометодика Одинцовой) не удалась из-за крайне малой концентрации. Поэтому для проведения определений вода концентрировалась в широкой выпаривательной чаше в пять — десять

Таблица 1а

Концентрация витаминов группы В в грунте Куршского залива (1970)

Витамины	Грунт г/г					
	илистый			песчаный		
	30.VI	28.VIII	17.IX	30.VI	28.VIII	17.IX
Инозит	следы	следы	следы	0	0	0
Биотин	0,00030	0,00027	0,00027	0,00017	0,00018	0,00018
Пантотеновая кислота	0,70	0,67	0,80	следы	следы	следы
Тиамин	0,150	0,160	0,190	0,024	0,020	0,020
Пиридоксин	0,0132	0,0136	0,0164	0,0110	0,0110	0,0110
Никотиновая кислота	0,060	0,060	0,071	следы	следы	следы
Пара-аминобензойная кислота	0,004	0,004	0,004	0,001	0,001	0,001
Витамин В ₁₂	0,0290	0,0360	0,0360	0,0026	0,0026	0,0026

Концентрация витаминов в планктоне и воде Куршского залива (1970)

Таблица 1б

Витамины	Планктон, г/г					Вода залива, г/мл			
	30.VI	27.VII	10.VIII	28.VIII	17.IX	30.VI	28.VIII	17.IX	10.VIII.1971
Инозит	530	700	136	134	658	0,010	0,022	0,017	0,012
Биотин	0,03900	0,05000	0,05000	0,04000	0,05400	0,000054	0,000064	0,00056	0,000039
Пантотеновая кислота	234,00	366,50	366,50	263,30	234,00	0,0007	0,0011	0,0010	0,0012
Тиамин	1,500	1,110	2,890	3,500	3,900	0,0000028	0,0000040	0,0000040	0,0000041
Пиридоксин	1,8000	1,7000	1,7000	2,5900	2,0000	0,00054	0,00056	0,00054	0,00033
Никотиновая кислота	40,000	69,100	46,200	25,000	42,000	0,0019	0,0032	0,0020	0,0017
Пара-аминобензойная кислота	0,231	0,271	0,231	0,208	0,208	0,000064	0,000099	0,000099	0,000064
Витамин В ₁₂	7,9400	9,0200	9,6600	11,9000	11,9000	0,0000031	0,0000029	0,0000029	0,0000024

Таблица 2

Содержание витаминов группы В в водоеме (Куршский залив)

Субстрат	В и т а м и н ы							
	инозит	биотин	пантоте- новая кислота	тиамин	пиридоксин	никотино- вая кислота	пара-амино- бензойная кислота	витамины В ₁₂
оптимальная доза, мкг/мл	5,0	0,0002	0,25	0,1—1,0	0,25	0,5	0,1	0,0003
сок винограда, мкг/мл	100,0	0,0700	2,00	1,0	1,00	16,0	—	не содержится
московская водопроводная вода, мкг/мл	следы	0,0000006	0,0001	следы	0,0000018	0,0007	0,0000005	следы
вода залива: миним. содержание, мкг/мл	0,010	0,000039	0,0007	0,0000028	0,00033	0,0017	0,000064	0,0000024
во всем объеме, кг/6,2 км ³	62 000	241,8	4340	17,36	2046	10 540	396,8	14,88
вода залива: макс. содержание, мкг/мл	0,022	0,000064	0,0012	0,0000041	0,00056	0,0032	0,000099	0,0000031
во всем объеме, кг/6,2 км ³	136 400	396,8	7440	25,42	3472	19 840	613,8	19,22

раз. Выпавшие при этом в осадок соли отделялись.

Вода бралась на расстоянии 200 м от берега, с глубины около 0,5 м. В этих же местах был взят и грунт — илестый и песчаный. Грунт высушивался при невысокой температуре — не выше 40°С, воздушно-сухая навеска бралась для определения витаминов. В этом же районе собирался и планктон.

Содержание витаминов группы В в воде в различные сроки колеблется незначительно — не более чем в 2 с лишним раза (см. табл. 16). Например, концентрация инозита 30 июня составляла 0,010 мг/мл, а 28 августа — 0,022 мг/мл. Табл. 1, а и б, характеризуют также планктон и грунт по содержанию и накоплению исследуемых витаминов. Колебания их в планктоне более значительны по сравнению с водой.

Витамины группы В были обнаружены и в придонном грунте — в меньшей концентрации в песчаном, причем три из витаминов (инозит, пантеновая кислота и никотиновая кислота) в песчаном грунте вообще отсутствовали, а в илестом инозит был обнаружен лишь в виде следов.

Присутствие витаминов группы В в грунте обусловлено попаданием отмерших клеток. В илестом же грунте могли развиваться некоторые анаэробные формы бактерий, вследствие чего концентрация витаминов здесь по сравнению с песчаным грунтом несколько выше.

Какая-то часть витаминов группы В выделяется в воду залива клетками фитопланктона, осуществляющими биосинтез этих витаминов. В открытом море витамины не обнаружены.

Содержание витаминов группы В в воде залива сравнительно велико: достаточно сопоставить его с оптимальными дозами витаминов, требуемыми для нормального развития микроорганизмов (см. табл. 2). Для сравнения здесь приведено также содержание шести витаминов группы В в соке винограда, наиболее ими богатым. Любопытно, что питьевая вода для Москвы также содержит некоторое количество витаминов группы В.

Ничтожно малое содержание витаминов группы В в 1 мл превращается поистине в гигантскую величину при пересчете на весь объем воды в заливе (см. табл. 2). Так, Куршский за-

лив постоянно содержит до 400 кг биотина, более чем до 7 тыс. кг пантеновой кислоты, почти до 3,5 тыс. кг пиридоксина, до 20 тыс. кг никотиновой кислоты и т. д. Если учесть физиологическую активность каждого из упомянутых витаминов (см. оптимальные дозы для синтетической среды), то приходится поражаться витаминному богатству обследованного водоема. Заметим, что и вода двух небольших прудиков Ботанического сада АН СССР в Москве, взятая к тому же в зимнее время, характеризовалась примерно той же концентрацией витаминов.

Сообщаемые данные по содержанию витаминов группы В в водоемах могли бы послужить основой для оценки пищевой ценности различных водоемов, предназначенных для промышленных целей — разведения рыбы. Если концентрация витаминов группы В в них слишком низка, необходимо способствовать развитию фитопланктона и высших водных растений, осуществляющих биосинтез физиологически активных веществ.

Астрономические явления в 1973 году

М. М. Дагаев

Москва

В 1973 г. видимые на небе предвычисленные астрономические явления ничем особым отличаться не будут. Единственное редкое явление — это прохождение Меркурия по диску Солнца.

Весеннее равноденствие в 1973 г. наступит 20 марта в 21 час. 13 мин.; летнее солнцестояние — 21 июня в 16 час. 01 мин.; осеннее равноденствие — 23 сентября в 7 час. 21 мин. и зимнее солнцестояние — 22 декабря в 3 час. 08 мин. по московскому времени. Земля пройдет свой перигелий (147,1 млн км от Солнца) 2 января в 14 час. 59 мин., а через афелий (152,1 млн км от Солнца) — 3 июля в 18 час. 12 мин.

В 1973 г. произойдут три солнечных затмения, ни одно из которых не будет видно на территории СССР. Отметим только, что в Африке, на территории Нигера, вблизи его

границы с Мали и Алжиром, полная фаза солнечного затмения будет длиться 7 мин. 12 сек., что бывает очень редко.

Частное лунное затмение, с очень небольшой фазой 0,11, произойдет 10 декабря.

Общие условия видимости Луны и планет могут быть выяснены по прилагаемой карте (рис. 1). На ней вдоль малой оси отложено угловое расстояние на небе от небесного экватора, которое выражено в градусах и называется склонением. Выше небесного экватора, отмеченного цифрой 0°, расположено северное полушарие неба, а ниже небесного экватора — южное полушарие.

На карте изображены яркие звезды (до 3-й видимой звездной величины) созвездий экваториального пояса неба. Созвездия на ней слегка растянуты вдоль малой оси карты.

Положения Солнца на карте не

обозначены, так как они могут быть легко определены по прерывистой кривой, изображающей видимый годовой путь Солнца на фоне звездного неба, называемый эклиптикой. Точка пересечения эклиптики с вертикальной линией, соответствующей дню года (числу месяца), определяемому по большой оси карты, дает положение Солнца в этот день. Римскими цифрами отмечены первые числа каждого месяца года. Эти числа относятся только к положению Солнца и не могут быть использованы для Луны и планет.

Для определения положения Луны приведен график изменения ее склонения в разные месяцы 1973 г. (рис. 2). Римские цифры обозначают первые числа месяцев; показаны основные фазы Луны, даты их наступления и знаки созвездий, в которых эти дни находится Луна. Чтобы определить положение Луны на небе в определенный день года, нужно по графику оценить ее склонение и затем провести на карте (рис. 1) прямую линию (параллельную большой оси карты) до пересечения с эклиптикой в том созвездии, где находится Луна. Найденная точка даст приближенное положение Луны в этот день, так как Луна не отходит от эклиптики дальше чем на 5°.

Условия видимости созвездий, Луны и планет определяются положением Солнца на небе: светила, рас-

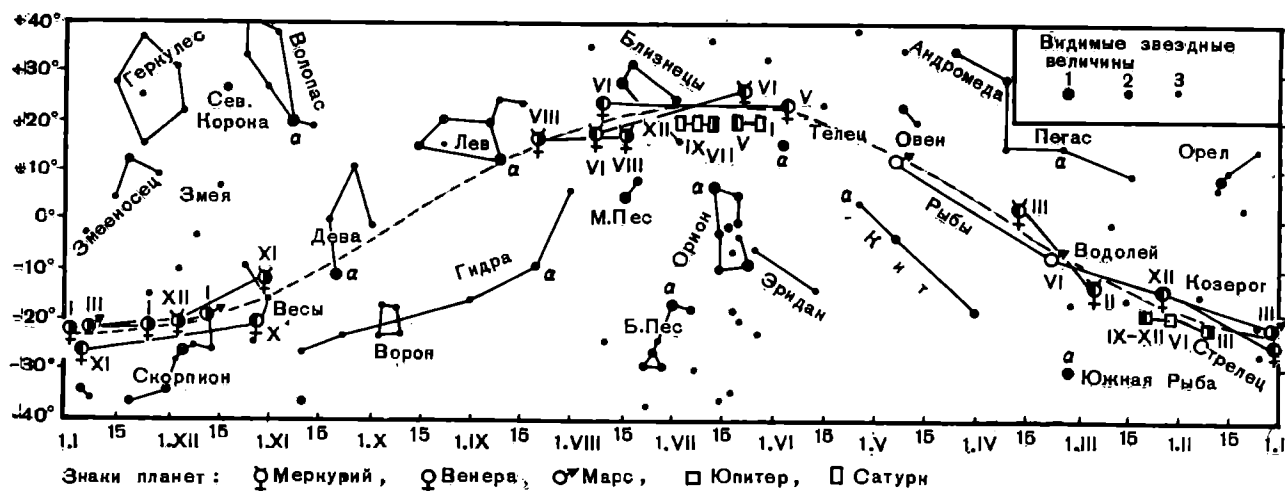


Рис. 1. Карта видимых положений Солнца, Луны и планет в 1973 г. Солнечные затмения (4.I; 30.VI и 24.XII) не показаны, так как на территории Советского Союза не видны.



Рис. 2. График изменения склонения Луны в разные месяцы 1973 г., позволяющий определять ее положение на небе.

положенные поблизости от Солнца, не видны; светила, находящиеся в области неба, диаметрально противоположной Солнцу, видны всю ночь, и их следует искать на карте вблизи дат, отличающихся на шесть месяцев от дат, соответствующих положению Солнца.

Знаки планет расположены на карте в соответствии с днями начала и конца определенных условий видимости планет; около знаков проставлены даты, ограничивающие периоды видимости. Чистый знак означает видимость планеты на протяжении всей ночи; знаки с зачерненной правой частью — предутреннюю видимость, а знаки с зачерненной левой частью — вечернюю видимость планет. Крайние положения планет в периоды их видимости соединены тонкими линиями. Отсутствие таких линий означает невидимость планеты. Положения Урана и Нептуна на карте не показаны, так как эти планеты не видны невооруженным глазом и, кроме того, за целый год перемещаются на очень малую дугу.

Периоды видимости планет в 1973 г.

Меркурий: по вечерам, после захода Солнца, в западной области неба — со второй декады февраля до середины марта в созвездиях Водо-

лея и Рыб¹, в июне в созвездиях Тельца, Близнецов и Рака; по утрам, перед восходом Солнца, в восточной области неба — в августе в созвездиях Рака и Льва, с середины ноября до середины декабря в созвездиях Весов, Скорпиона и Змееносца. Во время нижнего соединения с Солнцем 10 ноября Меркурий в течение 5 час. 30 мин. будет проектироваться на солнечный диск (прохождение Меркурия по диску Солнца).

Венера: по утрам, перед восходом Солнца, в восточной области неба — в первой половине января в созвездиях Змееносца и Стрельца; по вечерам, после захода Солнца, в западной области неба — в самом конце мая и в июне (видна только в южных районах страны) в созвездиях Тельца, Близнецов и Рака; в октябре, ноябре и декабре в созвездиях Весов, Скорпиона, Змееносца, Стрельца и Козерога.

Марс: в предутренние часы, перед восходом Солнца, в юго-восточной области неба — с января по май последовательно в созвездиях Скорпиона, Змееносца, Стрельца, Козерога и Водолея; ночью — с июня по октябрь в созвездиях Рыб и Овна; по вечерам и ночью — в ноябре и декабре в созвездиях Рыб и Овна. Наилучший период наблюдений Марса —

¹ Созвездия перечисляются в соответствии с последовательным перемещением через них планеты.

октябрь, когда блеск планеты возрастает до -2,3 звездной величины и Марс будет четко выделяться на ночном небе.

Юпитер: в предутренние часы, в юго-восточной области неба — с конца февраля по май в созвездии Козерога; ночью — с июня по сентябрь, по вечерам — с октября до конца года в том же созвездии.

Сатурн: ночью — с января по март в созвездии Тельца и с сентября по декабрь в созвездии Близнецов; по вечерам — в апреле и мае в созвездии Тельца, в западной области неба; в предутренние часы — во второй половине июля и в августе, в северо-восточной области неба, в созвездии Близнецов. Кольцо Сатурна видно очень хорошо, так как имеет большое раскрытие. Покрытия Сатурна Луной произойдут 17 октября, 13 ноября и 11 декабря.

Уран: весь год перемещается по созвездию Девы и доступен наблюдениям в телескопы в предутренние часы, в восточной области неба — в январе, ноябре и декабре; ночью — с февраля по май; по вечерам — в июне и июле.

Нептун: весь год движется по созвездию Скорпиона и доступен наблюдениям в телескопы (с увеличением не менее 50 раз) в предутренние часы, в юго-восточной области неба — в январе, феврале и в конце декабря в созвездии Змееносца;

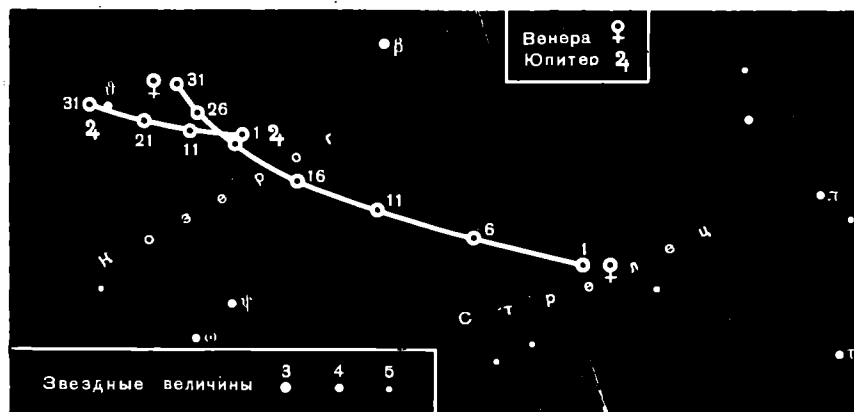


Рис. 3. Наиболее интересные сочетания планет на небо в 1973 г.: вверху — Меркурий и Венера в июне; внизу — Венера и Юпитер в декабре.

ночью — с марта по июнь; по вечерам — с июля по сентябрь, в юго-западной области неба.

Наиболее интересные сочетания планет будут видны в июне (только в южных районах страны) и в декабре

(рис. 3). В самом конце мая, в западной области вечернего неба, в созвездии Тельца будут видны Меркурий, Венера и Сатурн. Выше всех над горизонтом располагается Венера, правее и ниже нее — Меркурий, а

левее и ниже — Сатурн. С начала июня видимость Сатурна прекращается, и поэтому на рис. 3, вверху показаны только положения Меркурия и Венеры в различные дни июня. Эти положения показаны кружками, около которых проставлены числа дней июня. Соединив прямыми линиями положения планет, обозначенные одинаковой датой, легко найти их взаимное расположение на небе в этот день года. 1 июня Меркурий обгонит Венеру и будет почти на протяжении всего месяца располагаться над горизонтом выше нее. Лишь к концу месяца Венера подойдет близко к Меркурию. Блеск Венеры в начале месяца превышает блеск Меркурия в 9 раз, а к концу месяца — в 63 раза.

В декабре, по вечерам, можно видеть постепенное сближение Венеры с Юпитером, что показано на рис. 3, внизу.

Дни максимумов блеска сравнительно ярких долгопериодических переменных звезд о Кита, R Гидры и χ Лебеда не приводятся, так как они приходятся на периоды неблагоприятной видимости этих звезд.

Сведения о двойных звездах и метеорных потоках по сравнению с 1970 г. не изменились¹.

¹ См. «Природа», 1969, № 12, стр. 114—116.
УДК 521.2

Читайте в № 1 журнала «Природа»

Геолог — на пороге XXI века. Н. И. Хитаров, В. В. Тихомиров, М. А. Фаворская, В. И. Казанский, И. А. Островский.

Квантовая когерентность и проблема сверхтекучести. Э. Л. Андроникашвили

Люди или животные? М. И. Урысон

Проблема фундаментальной длины. Д. А. Киржниц

Фотосинтез и генетика хлоропластов. Ю. С. Насыров

На пути к медицинской генетике. И. И. Канаев

Как я стал физиком. М. Борн

Верховный Совет СССР об охране природы

Мероприятия по охране природы в союзных республиках

На орбитах — автоматические станции «Прогноз»

«Марс-3» — исследует планету

Атмосфера нейтронных звезд

Фазовое превращение самария

Инкубатор на энергии ветра

Аммиак улучшает свойства древесины

Получена чистая иРНК фибрина

Математика в генетике и экологии

Биолюминесценция как источник информации

Модель мембраны митохондрий

Меланин и солнечные ожоги

Нейромедиаторы вызывают судороги?

Люпин помогает росту леса

Граница между неогеном и четвертичной системой

Глинозем из сепицита

Ртуть в современных осадках Каспийского моря

Кристаллы циркона в осадочных породах

Закономерность движения ледников

Первые итоги советско-индийских антропологических исследований

Плотность населения в неолите

Малопознанные пещеры Казахстана

Достижения советской науки за 50 лет

Коротко

Верховный Совет СССР об охране природы

Сессия Верховного Совета СССР 19—20 сентября с. г. обсудила вопрос «О мерах по дальнейшему улучшению охраны природы и рациональному использованию природных ресурсов». В докладе заместителя Председателя Совета Министров СССР академика В. А. Кириллина, содокладах Председателей комиссий по охране природы Совета Союза и Совета Национальностей А. В. Георгиева и В. А. Карлова подчеркивалось, что проблемы окружающей среды приобрели особую важность и остроту. Выступавшие депутаты говорили о необходимости повысить ответственность организаций и отдельных лиц за соблюдение правил охраны природы.

В настоящее время в СССР действует ряд законов, направленных на защиту воды, земель, воздуха и других природных ресурсов — «Основы земельного законодательства», «Основы водного законодательства», «Закон об основах здравоохранения», а также законы об охране природы РСФСР, УССР и других союзных республик. В постоянных комиссиях Верховного Совета находятся на обсуждении проекты основ законодательства об охране недр и лесного законодательства. На прошедшей сессии было также выдвинуто предложение принять специальный закон об охране животного мира. С принятием этих законов и ратификацией соглашений, заключенных СССР с сопредельными государствами, по охране среды, рыбных ресурсов и защите растений, на территории нашей страны будет действовать система зако-

нодательства, обеспечивающая эффективное и рациональное использование всех видов природных ресурсов.

В принятом по обсуждавшемуся вопросу постановлении нашел отражение выработанный отечественной наукой комплексный диалектический подход к природе как к единому целому.

Мероприятия по охране природы в союзных республиках

● Постоянная комиссия Верховного Совета Армянской ССР по охране природы рассмотрела вопрос о практике применения законодательства об охране природы в Армении.

В течение последних лет в республике осуществлен ряд мероприятий по ликвидации загрязнения водных источников, по охране земель от эрозии и их эффективному использованию. Для сохранения и воспроизводства диких животных на территории в 54 тыс. га установлен заповедный режим. Пересмотрены правила и сроки охоты, а также рыбной ловли.

Для обеспечения охраны природы, рационального использования и воспроизводства ее ресурсов Постоянная комиссия Верховного Совета Армянской ССР по охране природы дала рекомендации соответствующим ведомствам и организациям.

«Ведомости Верховного Совета Армянской ССР», 1972, № 6, стр. 64.

● На заседании Постоянной комиссии Верховного Совета Грузинской ССР по охране природы было принято постановление о борьбе с загрязнением водоемов в республике.

В 1969—1971 гг. в Грузии было по-

строено 37 очистных сооружений. Сейчас свыше 160 предприятий имеют сооружения, защищающие водоемы от загрязнения. Однако не все организации выполняют постановления об устройстве очистных сооружений для сточных вод промышленных предприятий, в результате чего нередко случаются загрязнения вод.

«Ведомости Верховного Совета Грузинской ССР», 1972, № 5, стр. 245.

● Верховный Совет Эстонской ССР принял постановление о мерах по рациональному использованию водных ресурсов и усилению борьбы против загрязнения вод и воздушной среды.

Постановление предусматривает: расширить научно-исследовательскую работу по охране природной среды, уделяя главное внимание решению проблем, актуальных для республики; начиная с 1973 г. включать в перспективные и годовые планы развития народного хозяйства мероприятия по охране природной среды как в целом по республике, так и по отдельным городам, районам и предприятиям; считать неправильным осушение верховых болот без всестороннего исследования и обоснования необходимости осушения; регулярно заслушивать на сессиях и заседаниях исполнительных комитетов местных Советов сообщения о состоянии охраны природной среды; организовать в учреждениях и на предприятиях изучение основ охраны природной среды, привлекать коллективы трудящихся к активному участию в охране природы, расширить сеть школьных лесничеств.

«Ведомости Верховного Совета и Правительства Эстонской ССР», 1972, № 28, стр. 283.

На орбитах— автоматические станции «Прогноз»

Важной частью советской программы космических исследований являются эксперименты, связанные с изучением Солнца, солнечно-земных связей, влияния происходящих на Солнце процессов на межпланетную среду и магнитосферу Земли. С этой

целью в Советском Союзе были запущены две автоматические станции «Прогноз» — первая — 14 апреля 1972 г., вторая — 29 июня 1972 г. — на сильно вытянутые эллиптические орбиты с высотой в апогее 200 тыс. км, высотой в перигее — 950 и 550 км, наклоном 65°, периодом обращения 97 час. Выведение станций на конечные орбиты производилось с промежуточных геоцентрических орбит. К моменту выведения станции «Прогноз-2» первая станция совершила 20 оборотов вокруг Земли.

На первой станции «Прогноз» весом 845 кг установлены научные приборы четырех видов: 1 — приборы для измерения электромагнитного излучения Солнца, испускаемого одновременно с солнечными вспышками (рентгеновский спектрометр с пропорциональным счетчиком для регистрации рентгеновского излучения Солнца с энергиями 1,5—30 Кэв, сцинтилляционный спектрометр γ -лучей с энергиями 30—350 Кэв); 2 — приборы, предназначенные для измерения потоков солнечных космических лучей и частиц высоких энергий вне и внутри магнитосферы Земли (спектрометр с полупроводниковыми детекторами для измерения потоков протонов с энергиями 1—35 Мэв, α -частиц и тяжелых ядер в нескольких энергетических диапазонах; черенковский счетчик для измерения потоков электронов с энергиями 40—140 Кэв; сцинтилляционный спектрометр для измерений потоков протонов с энергиями 30—210 Кэв); 3 — приборы для регистрации характеристик плазмы солнечного ветра за пределами магнитосферы Земли, в переходной области между фронтом ударной волны и границей магнитосферы, а также внутри магнитосферы; 4 — приемники радиоизлучений в области 1,6—8 кгц и 100—700 кгц, магнитометр, приборы для определения полной пространственной ориентации спутника, а также аппаратуры для измерения дозы проникающего излучения на трассе полета.

Научные приборы на борту станции «Прогноз-2» предназначены для исследований корпускулярного и рентгеновского излучений Солнца; потоков солнечной плазмы и их взаимодействия с магнитосферой Земли, а

также для дальнейшего изучения магнитных полей в околоземном космическом пространстве. В соответствии с программой советско-французского сотрудничества в исследовании космического пространства на станции установлена французская аппаратура для изучения характеристик солнечного ветра, внешних областей магнитосферы, γ -излучения Солнца и поиска нейтронов солнечного происхождения.

Данные, полученные от приборов спутника «Прогноз» за первый месяц работы на орбите, свидетельствуют об относительно спокойном состоянии межпланетной среды, что характерно для начавшегося минимума солнечной активности. Было установлено, что средняя скорость солнечного ветра равна 300 км/сек, напряженность магнитного поля составляет 6—8 гамма, а величина потока первичного космического излучения равна 4,8 част./см²·сек.

Информация от автоматических станций «Прогноз» позволит, в частности, повысить надежность краткосрочного прогнозирования солнечных вспышек, что имеет большое значение для развития космических полетов кораблей с экипажами на борту.

С. А. Никитин
Москва

«Марс-3» исследует планету

2 декабря 1971 г. советская автоматическая межпланетная станция (АМС) «Марс-3» была выведена на орбиту спутника Марса с минимальным расстоянием до поверхности планеты 1300 км и максимальным около 200 тыс. км. Для измерений энергетических спектров частиц на «Марсе-3» был установлен 8-канальный спектрометр. Измерения проводились почти вдоль всей траектории полета. После вывода на орбиту спутника Марса прибор измерял энергетический спектр в узком телесном угле, направленном на Солнце, дважды в течение 1 мин. Интервал между последовательными сериями измерений составлял либо 2, либо 10 мин.

Обычно вдоль всей траектории измеряются такие же энергетические

спектры ионов как в солнечном ветре. Однако на участках орбиты, ближайших к Марсу, отмечено регулярное появление ионов с энергиями 30—140 эв, которые не наблюдались на других участках орбиты и в солнечном ветре на трассе полета АМС от Земли к Марсу. При появлении таких «мягких» ионов уменьшается поток ионов солнечного ветра с энергией более 500 эв. Наблюдаемое изменение спектра соответствует торможению потока солнечного ветра приблизительно на 200 км/сек вблизи Марса. Обнаружено существование резкой границы, где происходит такое сильное торможение потока. Форма этой границы вытянута в сторону от подсолнечной точки. Иногда наблюдались случаи повторного появления «мягких» частиц при удалении от планеты на одном витке орбиты, что свидетельствует о колебаниях границы.

Предполагается, что «Марс-3» пересекла ударную волну, образующуюся при обтекании Марса сверхзвуковым потоком солнечного ветра.

«Космические исследования», т. 10, 1972, № 3, стр. 362—363.

Атмосфера нейтронных звезд

На поверхности нейтронной звезды размерами ~ 10 км и с массой $\sim M_{\odot}$ сила тяжести примерно в 300 млрд раз больше, чем на Земле. Несмотря на это нейтронная звезда, вращающаяся несколько раз в секунду с угловой скоростью Ω и обладающая огромным магнитным полем B , должна быть окружена протянутой атмосферой. Дело в том, что отталкивающее действие на частицу электрического поля, возникающего при вращении магнитного поля, может превосходить силу тяжести при условии, что $\Omega B \sim 10^4$ гс сек $^{-1}$. Для пульсара, например, PSR 0808 эта величина порядка $1,5 \cdot 10^{12}$, а для пульсара PSR 0532— $5 \cdot 10^{14}$, так что это условие выполняется с большим запасом.

Сотрудники Физического института им. Л. Н. Лебедева АН СССР и Московского физико-технического института В. Л. Гинзбург и В. В. Усов обратили внимание, что пульсары могут

быть источниками частиц, заполняющих их магнитосферу и ответственных за излучение электромагнитных волн, если только у их поверхности существует газовый слой или если гарантировано вырывание ионов с твердой поверхности звезды. Эти условия необходимы для появления у поверхности звезды свободных частиц, которые могут удалиться под действием описанных выше полей. Но в сильном магнитном поле, большем, чем $5 \cdot 10^9$ гс, поверхность звезды представляет собою нечто вроде «полимерного» металла¹ с плотностью 10^4 г/см 3 и энергией связи (при $B = 10^{13}$) в 10^3 эв для гелия и $6 \cdot 10^4$ эв для железа. А так как для большинства пульсаров температура поверхности «все-го» сто тысяч ÷ миллион градусов ($10 \div 10^2$ эв), тепловое испарение происходит в незначительном количестве.

Что касается вырывания ионов электрическим полем, то для большинства пульсаров возможно вырывание только водорода, тогда как в оболочке пульсаров может присутствовать, кроме железа, лишь гелий в количестве $\sim 10^{21}$ г. При той концентрации истекающего вещества, которую принимают авторы, весь этот гелий был бы истрачен за $30 \div 3000$ лет. Условия вырывания ионов железа не лучше, чем гелия.

Извлечение электронов происходит легче, но при истечении одних электронов звезда в целом будет заряжаться положительно и испускание электронов быстро уменьшится.

Таким образом, истечение вещества из звезды может быть полностью запрещено. Если для данной нейтронной звезды истечение ионов с поверхности невозможно и магнитосфера отсутствует, звезда может быть пульсаром только при далеко идущих дополнительных предположениях. В этом случае заслуживают внимания гипотезы о «вулканизме», об излучении электромагнитных волн в магнитосфере медленно вращающихся пульсаров за счет аккреции и о нагреве поверхности частицами, выброшенными данным пульсаром и ускоренными в его же магнитосфере.

«Письма в ЖЭТФ», т. 15, 1972, вып. 5, стр. 280.

¹ См. Б. Б. Кадо м ц е в. Вещество в сверхсильном магнитном поле. «Природа», 1972, № 5.

Фазовое превращение самария

Электрическое сопротивление и термоэлектродвижущая сила редкоземельного металла самария ранее исследовались только при температурах ниже комнатной. В. М. Ведерников (Физико-технический институт им. А. Ф. Иоффе АН СССР) измерил эти величины в интервале температур 300—1000° К. Оказалось, что при температуре 780—800° К обе величины аномально изменяются. Такое резкое изменение электрических свойств принято связывать с фазовым превращением. Для самария до сих пор были известны лишь структурное превращение при 1197° К и два магнитных: при 12 и 106° К.

Автор считает наиболее вероятным, что обнаруженное им превращение также магнитное, а не структурное. Существенно, что одновременно наблюдается излом и на кривой парамагнитной восприимчивости самария. Выше температуры 780—800° К самарий ведет себя как нормальный редкоземельный парамагнетик, а ниже этой температуры — совершенно иначе. Это подтверждает предположение автора, что при этой температуре происходит магнитное разупорядочение самария.

Если такое предположение верно, самарий оказывается самым высокотемпературным магнетиком из всего редкоземельного ряда, причем со значительно более высокой температурой упорядочения, чем было известно раньше (293° К для гадолиния). По-видимому, самарий одновременно окажется и самым высокотемпературным антиферромагнетиком из элементарных металлов (312° К для хрома).

Измерения проводились на образце, состоявшем на 99,44% из самария. Предварительные измерения на значительно более чистом самарии подтверждают существование аномалии при температуре 780—800° К.

«Письма в ЖЭТФ», т. 15, 1972, вып. 6, стр. 326.

Инкубатор на энергии ветра

Ветер — один из неисчерпаемых и могучих источников энергии на Земле. Энергия ветра превышает энергию всех видов ископаемого топлива более чем в два раза. Если полностью превратить энергию ветра в электричество, на каждом квадратном километре можно было бы получить сотни тысяч и миллионы киловатт-часов энергии в год.

В Специальном конструкторском бюро Физического института АН АзербССР разработан инкубатор, где электрообогрев производится при помощи ветродвигателя. Ветродвигатель преобразует энергию воздушных потоков в механическую. Полученная механическая энергия через редуктор и трехфазный генератор переменного тока в свою очередь преобразуется в электрическую. Изменение скорости ветра сказывается на значениях параметров электрического тока, а значит, и на работе печей сопротивления. Для сглаживания такой изменчивости применен воздушный тепловой аккумулятор, в котором общая нагрузка равномерно разделена на рассчитанное число печей сопротивления. Температура воздуха в инкубационной камере регулируется мембраной воздушного терморегулятора, закрывающего вентиляционную заслонку через систему рычагов, устанавливая нужную температуру. Регулировка влажности воздуха дости-

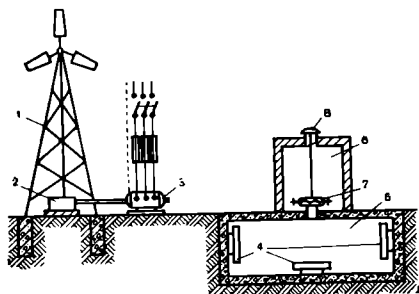


Схема инкубатора: 1 — ветродвигатель; 2 — редуктор; 3 — трехфазный генератор переменного тока; 4 — печь сопротивления; 5 — аккумулятор тепла; 6 — инкубатор; 7 — терморегулятор; 8 — вентиляционная заслонка.

гается изменением числа противней испарителей. В этом существенная особенность инкубатора новой конструкции. Применяемые обычно при ветродвигателях электрические аккумуляторы обходятся значительно дороже, чем тепловой.

Использование инкубаторов на электрическом обогреве от ветродвигателя в районах, удаленных от баз производства энергии, может значительно увеличить парк инкубаторно-птицеводческих станций, содействуя увеличению производства яиц и мяса птицы.

А. З. Кулиев, П. Ф. Рзаев,
Я. Г. Тарвердиев
Физический институт АН Азерб. ССР
Баку

Аммиак улучшает свойства древесины

В СССР и за рубежом уже давно делались попытки разработать физико-химические методы улучшения технических свойств древесины. Однако получающийся материал оказывался или очень дорогим, или не обладал некоторыми важными свойствами.

В Институте химии древесины АН ЛатвССР для увеличения пластичности древесных материалов используется воздействие аммиака. Механизм взаимодействия древесины с аммиаком имеет химическую природу, основой его, вероятно, является разрыв связей между макромолекулами компонентов древесины. Жидкий аммиак проникает между макромолекулами компонентов клеточных стенок и разрывает водородные связи. После удаления аммиака идет создание новых, даже более сильных, водородных связей.

Пластификация древесины аммиаком эффективна и при комплексном использовании древесины дает максимальную выгоду. Такую древесину можно гнуть при меньших радиусах, при большей толщине шпона, при более массивных деталях.

В настоящее время уже начато внедрение в производство ряда технологий получения пластифицированной аммиаком древесины.

«Вестник АН СССР», 1972, № 7, стр. 44—48.

Получена чистая иРНК фиброина

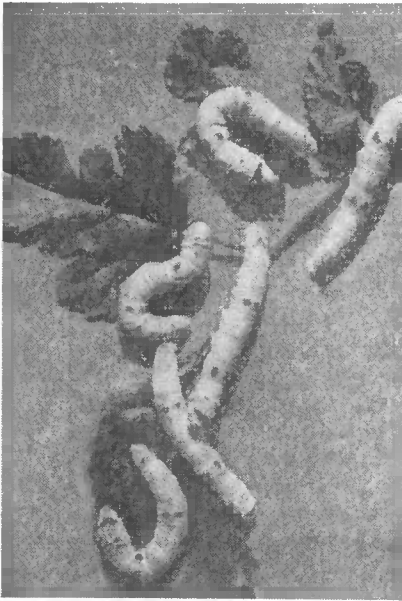
Изучение механизмов синтеза специфических белков — одна из важнейших очередных задач молекулярной биологии. Получение чистой информационной РНК, служащей матрицей для синтеза определенных белков, значительно облегчило бы решение этой проблемы. До недавнего времени выделить такую иРНК из тканей высших организмов — растений и животных — не удавалось.

Совсем недавно И. Сузуки и Дж. Браун¹ (отдел эмбриологии Института Карнеги, США) впервые выделили иРНК фиброина (главного белка, входящего в состав шелковой нити) из клеток шелкоотделительной железы гусеницы тутового шелкопряда.

Задача оказалась разрешимой потому, что секретирующие фиброин клетки заднего отдела шелкоотделительной железы в изобилии производят в основном только одну иРНК фиброина. В то же время простота состава и последовательности аминокислот фиброина предельно упростила химическую идентификацию нуклеотидного состава выделенной иРНК. Полипептидная цепочка фиброина на 90% состоит только из четырех аминокислот — глицина, аланина, серина и тирозина. При этом 60% белковой цепи состоит из монотонно повторяющихся простых пептидных последовательностей только этих четырех аминокислот, а остальная часть цепи имеет сходный аминокислотный состав, но содержит еще небольшое количество других аминокислот. Таким образом, зная кодоны (триплеты нуклеотидных оснований) трех главных составляющих фиброин аминокислот ГГУ, ГГА для глицина, ГЦУ для аланина и УЦА для серина, можно было легко предсказать общий состав и последовательность нуклеотидов иРНК, матрицы фиброина, ее молекулярный вес ($2,3 \cdot 10^6$ дальтон) и общее количество составляющих ее нуклеотидов (7000).

Во второй половине V (последнего) личиночного возраста, когда перед завивкой шелкового кокона начинает-

¹ «Journ. Mol. Biol.», v. 63, 1972, № 3, p. 409.



Гусеницы тутового шелкопряда.

ся особенно интенсивный синтез фиброина, гусеницам вводили ортофосфат, меченный ^{32}P , а затем через 24 часа из их шелкоотделительных желез экстрагировалась РНК с последующим центрифугированием в градиенте плотности.

Под действием рибонуклеазы полученная иРНК распадалась на олигонуклеотидные фрагменты, причем представленные количества и пропорции нуклеотидов оказались близкими к теоретическим. Итак, выделенная из шелкоотделительной железы гусениц иРНК по составу и последовательности оснований настолько совпадает с предсказаниями для иРНК фиброина, что ее можно считать почти чистой (80—90%) индивидуальной иРНК фиброина.

Недавно были выделены также матрицы для α - и β -цепей глобинов кролика.¹ В этом случае индивидуальность иРНК устанавливалась, однако, только по белку-продукту, синтезированному на этих матрицах в бесклеточной системе, аналогично тому, как это делалось в случае выделения индивидуальных иРНК, матриц для лизоцима, α -глюкозилтрансферазы и дезоксирибонуклеотидкиназы у фагов.

О. Б. Астаурова
Москва

Математика в генетике и экологии

29 мая—2 июня 1972 г. в Киеве проходило рабочее совещание по математической генетике и экологии, организованное группой математической биофизики Института теоретической физики АН УССР, в котором приняли участие ученые Украины, Москвы и Сибири. Круг обсуждавшихся вопросов был обширен: модели популяций и биоценозов — принципы их построения, методы количественного исследования лабораторных популяций и статистические методы, математические подходы к смежным биологическим вопросам.

Популяционная генетика и экология популяций, применяя сходные математические методы, используют модели, основанные на различных предположениях. В генетических моделях интерес сосредоточен на эволюции генетической структуры популяции; в экологических предполагается демографическое равновесие без эволюционных изменений и изучаются многовидовые системы, которые влияют друг на друга в отношении численности особей, но не в отношении генетической структуры. Отмечалось, что эволюционная биология требует более тесной интеграции генетических и экологических аспектов; здесь мы встречаемся с серьезными трудностями, для преодоления которых можно использовать разные подходы.

Химические методы борьбы с вредными насекомыми часто оказываются неэффективными, более того, применение инсектицидов имеет, как правило, пагубные побочные следствия. Одному из подходов к практической задаче разработки биологических методов борьбы с вредными насекомыми — математическому моделированию самостерилизующейся популяции насекомых — был посвящен доклад А. А. Дюльдина (Киев).

Живое обсуждение вызвал доклад А. А. Малиновского (Москва) на заседании по теоретической биофизике, в котором были изложены принципы исследования типичных конституций со всем разнообразием их признаков,

исходящие из теории корреляций; в части же психологических корреляций были использованы принципы системного подхода.

В. В. Бабков

Москва

Биоломинесценция как источник информации

Свойственная ряду видов животных и растений способность излучать свет в процессе ферментативных реакций может послужить эффективным источником разносторонней информации о ходе биологических процессов на разных уровнях организации живого — от внутреннего метаболизма клетки до биологических сообществ.

В Институте физики СО АН СССР исследованы биохимический субстрат и биофизический механизм биоломинесценции и разработаны методы и аппаратура для исследований в лабораторных и природных условиях. Благодаря разработанной методике, выявлены быстропеременные (порядка 10 Гц) флюктуации клеточного излучения, обнаружено аномальное сопротивление диффузии кислорода в районе клеточной мембраны, делаются доступными для измерения быстрые переходные процессы в клеточном метаболизме.

Оказалось, что выделенные из вод Тихого океана светящиеся бактерии в условиях непрерывной культуры обладают наибольшей известной скоростью роста (время генерации 4—5 мин.) и резкую интенсификацию излучения (до 4-х порядков). На очереди — создание технического аналога излучательного механизма живых организмов, обладающего способностью переводить в свет аккумулированную в химических связях энергию с коэффициентом преобразования, близким к единице.

Для изучения природных проявлений биоломинесценции сконструирован комплекс погружаемой в море аппаратуры. Обнаружено широкоокеанское распространение этого явления и его проникновение до максимальных глубин океана. Выяснены особенности распределения биоломи-

¹ «Proc. Natn. Acad. Sci. U.S.A.», v. 69, 1972, № 6, pp. 1408, 1574.

несценции по глубине. На этой основе предложен метод прицельного исследования пространственной структуры и продуктивности морских сообществ. Этот метод открывает возможность использования с корабельных авиационных и космических носителей биофизических методов изучения проявлений жизни на основе оптических эффектов.

И. И. Гительзон
Доктор биологических наук
Красноярск

Модель мембраны митохондрий

Х. Н. Микельсаар (Тартуский государственный университет) предложил новую модель мембраны, где основу составляют белковые глобулы с гидрофобными полюсами, с помощью которых глобулы агрегируются в ди-, три- и тетрамеры. Цитохромы объединяются в тетраэдр, мономерами которого являются цитохромы а, аз, с₁ и комплекс из цитохромов в и с. НАД-Н₂-дегидрогеназа представлена как объединение четырех тетраэдров, что соответствует содержанию негемового железа (16 атомов на 1 молекулу НАД-Н₂-дегидрогеназы). Интересно, что модель предполагает мономеры всех тетраэдров сходными по молекулярному весу (35 000—50 000) и согласуется с имеющимися сведениями о строении дыхательной цепи.

Митохондрии. Молекулярные механизмы ферментативных реакций (материалы VI Всесоюзного симпозиума по биохимии митохондрий). М., «Наука», 1972, стр. 49—51.

Меланин и солнечные ожоги

В ходе долгих дискуссий утвердилось мнение, что меланин (пигмент кожи) защищает кожу от солнечных ожогов, вызываемых ультрафиолетовыми лучами. Однако недавно группа американских исследователей нашла, что эта широко распространенная точка зрения не совсем правильная¹. Авторы брали у слабопигментированных людей кусочки кожи, облученной ультрафиолетом в дозах, в 8—16 раз превышающих ту дозу, которая вызывала легкое покраснение кожи у этих лиц. Микроскопическое исследование показало, что в таком случае до 10% клеток оказывались поврежденными, а 2/3 из них содержали больше меланина, чем соседние, неповрежденные клетки.

Были проведены специальные опыты с макрофагами мыши — клетками, пожирающими бактерий в организме животных. Эти клетки в течение 24 час. выращивали в пробирках, содержащих меланин. Макрофаги поглощали его, после чего их облучали ультрафиолетовыми лучами в различных дозах. В контрольные культуры меланин не добавляли. Оказалось, что гибель клеток с меланином значительно выше, чем без него. С помощью цитохимических методов обнаружили также, что меланин связывается с одним из ферментов лизосом — особыми внутриклеточных телец, содержащих ферменты, которые вызывают растворение белков и некоторых других соединений. Возможно, что гибель клеток обусловлена повреждением лизосом ультрафиолетовыми лучами, поскольку меланин, связываясь с лизосомами, делает их более чувствительными к этим лучам. Авторы предполагают, что у негров и других сильно пигментированных людей меланин находится в самых верхних, ороговевших слоях кожи в большом избытке в виде мелких зерен. В этом случае он, по-видимому, действительно защищает нижележащие клетки от повреждающего действия ультрафиолетовых лучей.

А. С. Попов
Кандидат биологических наук
Москва

Нейромедиаторы вызывают судороги?

Причиной судорожных припадков, как известно, может быть изменение содержания в крови биологически активных веществ, таких как серотонин и ацетилхолин. Но конкретная роль этих нейромедиаторов в возникновении судорожных припадков до последнего времени остается неясной.

В клинике психиатрии и на кафедре

нормальной физиологии Алтайского медицинского института (Барнаул) исследовали изменение содержания серотонина, ацетилхолина и активности сывороточной холинэстеразы в крови больных эпилепсией. Было обследовано 20 больных, страдающих судорожными припадками в течение длительного времени (от 6 месяцев до 3 лет). Установлено, что в крови больных с относительно редкими судорожными припадками (1—3 раза в месяц) в различные периоды болезни (предсудорожный, послеприпадный, межприпадный) меняется содержание этих медиаторов.

В межприпадочном периоде у всех больных содержание серотонина было снижено до 0,165—2,0 мкг%, тогда как у здоровых людей содержание серотонина колеблется от 6,16 до 19 мкг%. Концентрация ацетилхолина (0,81 мкг%) и активность холинэстеразы (8,83 мг ацетилхолина, расщепленного за 0,5 час. или 8,83 мг АХ за 0,5 час.) напротив, превышали средние величины, характерные для здоровых людей (количество ацетилхолина — 0,6—0,7 мкг%, активность холинэстеразы — 0,65 мг АХ за 0,5 час.).

В последующем предсудорожном состоянии у всех больных содержание серотонина несколько повышалось (10,058 мкг%), но не превышало средних нормальных величин. Одновременно значительно возрастала концентрация ацетилхолина (8,77 мкг%), а активность холинэстеразы по сравнению с предшествующим периодом, снижалась (4,69 мг АХ за 0,5 час.).

После припадка содержание серотонина снижалось до 0,845 мкг%, а концентрация ацетилхолина до 0,26 мкг%. Активность холинэстеразы при этом возрастала до 0,657 мг АХ за 0,5 час.

В результате работы получены данные об изменении содержания сразу трех медиаторов. О. З. Голубков считает, что серотонин, ацетилхолин и холинэстераза как агенты хемореактивных систем играют существенную роль в возникновении изменений в организме, приводящих к развитию судорожных припадков.

«Журнал невропатологии и психиатрии им. С. С. Корсакова», т. XXII, вып. 6, стр. 872—875.

¹ «Nature New Biology», v. 235, 1972, № 57, p. 147.

Люпин помогает росту леса

Как ускорить рост леса и созревание древесины? Над этой проблемой многие десятилетия бьются лесоводы. Попытки решить ее с помощью минеральных удобрений не всегда удачны, так как применяемые дозы удобрений определены эмпирическим путем и далеки еще от оптимальных. В некоторых случаях, кроме того, минеральные туки угнетают микрофлору и нарушают естественное развитие лесных биогеоценозов.

Лесоводы Белорусской ССР около 10 лет ведут эксперимент по изучению влияния многолетнего люпина на подрост леса. Будучи сам по себе хорошим азотонакопителем, люпин хорошо отзывается на внесение удобрений, быстро наращивая зеленую массу. В опыте люпин хорошо рос и развивался под пологом леса в течение 7 лет. Уже на третий год опыта под действием люпина в почве возросло содержание гумуса (с отмиранием надземной части растения в почву поступает 11—24 кг/га азота, 2—6 фосфора, 10—22 калия). Объем среднего деревца подроста сосны увеличился благодаря этому на 18—56% против контроля. Установлено также, что применение люпина в сочетании с удобрением (2,5 т молотого мела на га) несколько улучшает водно-физические свойства песчаных почв, увеличивает их пористость и влагоемкость.

Сб. «Беловежская пуща», вып. 5, Минск, 1971, стр. 129—152, сб. «Ботаника. Исслед.», вып. 14, Минск, 1972, стр. 67—73.

Граница между неогеном и четвертичной системой

Определение границ между подразделениями геологической шкалы — один из узловых и трудных вопросов в стратиграфии и теоретической геологии. Точное определение положения этих границ совершенно необходимо и для развития геологического картирования, а также для

исследований, связанных с прогнозированием и поисками минерального сырья. Решение этих вопросов в настоящее время стало настолько актуальным, что они оказались в центре внимания крупных научных международных организаций.

В мае — июне 1972 г. в СССР состоялся Международный colloquium по проблеме «Граница между неогеном и четвертичной системой».

Руководство colloquiumом осуществлялось Президентом Подкомиссии по границе между неогеном и четвертичной системой Международного союза по изучению четвертичного периода (ИНКВА) проф. К. В. Никифоровой (СССР).

На colloquiumе были заслушаны сообщения, где содержалась самая последняя информация относительно положения границы в разрезах континентальных и океанических отложений. Участники colloquiumа посетили и ознакомились с уникальными разрезами плиоценовых и нижнечетвертичных отложений на западе Молдавии, в Восточной Грузии и на западе Азербайджана. Значительный палеонтологический материал (остатки млекопитающих, морских и пресноводных моллюсков и остракод), собранный из этих толщ, а также палеомагнитные исследования позволили дать детальное стратиграфическое расчленение и сопоставить эти разрезы с разрезами Западной Европы, Азии и Северной Америки. В ряде геологических разрезов на западе Азербайджана в морских толщах были обнаружены пока еще немногочисленные остатки фауны млекопитающих. Это дает возможность проводить прямую корреляцию между плиоценовыми и нижнеплейстоценовыми комплексами морских моллюсков и комплексами фауны наземных млекопитающих.

На colloquiumе определились три точки зрения на положение границы между неогеном и четвертичной системой: в основании астия и плезанса итальянских разрезов или в основании разреза акчагыла в СССР и их стратиграфических аналогов (3,3—3,5 млн лет); в основании калабрии Италии или апшеронских отложений СССР и их стратиграфических аналогов (1,6—1,8 млн лет); в основании

«Ледникового плейстоцена» в понимании итальянского геолога Р. Селли или под бакинскими отложениями в СССР и их стратиграфическими аналогами (0,7 млн лет).

Участники colloquiumа согласились, что граница основания четвертичной системы должна быть проведена в морских отложениях Средиземноморского региона в разрезах Ла-Кастелла, Катанзаро и Калабрии на уровнях, где впервые встречается фауна моллюсков с *Hyalinaea balthica* (Schroffer). Таким образом, в качестве наиболее приемлемого варианта границы было выбрано основание калабрийского разреза Италии. Для территорий, где аналоги калабрии не могут быть достаточно легко установлены, для определения границы между неогеном и четвертичной системой могут применяться местные подразделения, выделение которых должно быть надлежащим образом обосновано.

М. Н. Алексеев
Кандидат геолого-минералогических наук
Москва

Глинозем из серицита

А. К. Каюпов, И. С. Жевлаков, В. Г. Ли, А. Н. Нурлыбаев считают, что слюдястый минерал серицит, содержащий 34% глинозема и 10% щелочей, может служить рудой на алюминий. Серицит в больших количествах накапливается в отходах обогащательной фабрики Коунрадского медно-рудного месторождения. Вопросы технологической переработки серицита в глинозем (для небольших объемов проб) решены положительно. Экономические расчеты показывают, что Балхашский горнометаллургический комбинат в случае промышленного освоения переработки серицита может получать дополнительно 2 руб. 10 коп. на каждую тонну добытой медной руды. Промышленное освоение серицита на Балхашском комбинате позволит увеличить сырьевую базу алюминиевой промышленности Казахстана.

«Вестник АН Казахской ССР», 1972, № 5 (325), стр. 34—35.

Ртуть в современных осадках Каспийского моря

А. Д. Султанов, Д. Д. Мазанов и Т. М. Сараджалинская (Институт геологии АН Азербайджанской ССР) исследовали распределение ртути в керне скважин, пробуренных в современных отложениях Южного Каспия. Установлено значительное накопление ртути в осадках, достигающее $8 \cdot 10^{-4}\%$, что в 20 раз превышает среднее содержание ртути в земной коре. По-видимому, ртуть поступает из глубины по разломам и при извержениях грязевых вулканов с последующей сорбцией ее глинистыми минералами. Отмечается также прямая корреляция между содержанием ртути и концентрацией пирита, барита и органического вещества в осадочной породе.

«Доклады АН Азербайджанской ССР», т. XXVII, 1972, № 11—12, стр. 51—55.

Кристаллы циркона в осадочных породах

Циркон, один из наиболее устойчивых минералов, как правило, хорошо сохраняется в осадочных горных породах. Однако изучение циркона из древних кембрийских отложений Прибалтики, проведенное А. Клеесмент (Институт геологии АН Эстонской ССР), показало, что кристаллы этого минерала в ряде случаев сильно корродированы. Наиболее сильное растрескивание циркона наблюдается в слоях, обогащенных калиевыми силикатами — слюдами и глауконитом. В то же время для цирконов из галечниково-песчаных пород характерна регенерация кристаллов с образованием прозрачных каемок нарастания. Изменение цирконов происходило в позднюю стадию изменения горных пород под влиянием межпластовых вод. Выявленные особенности строения кристаллов циркона способствуют расчленению кембрийских отложений Эстонии.

«Известия АН Эстонской ССР», 1972, 21/2, стр. 155—160.

Закономерность движения ледников

Группа гляциологов Института географии АН СССР изучает пульсирующие¹ ледники с 1963 г., когда произошла катастрофическая подвижка ледника Медвежьего на Памире. Они проводят систематизацию материалов о ледниковых пульсациях, полевые исследования пульсирующих ледников, постоянные наблюдения за эволюцией ледника Медвежий, а также разработку метода расчета и прогноза наводнения, грозящего в случае повторения подвижки ледника Колка в Северной Осетии.

В исследованиях широко используются стереофотоъемка (воздушная и наземная), геодезические, гравиметрические и гляцио-гидрометеорологические наблюдения, гляцио-геоморфологический анализ.

На основании исследования эволюции ледника Медвежий выявлены три стадии полного цикла пульсации.

Первая стадия — продвижения, когда разрядка напряжений в теле ледника приводит к его растрескиванию и резкому увеличению скорости движения льда с 0,5—0,6 до 50—100 м/сутки. Во время подвижки происходит перемещение льда в пределах ледниковой системы без изменения его общей массы.

Вторая стадия — омертвления и деградации, когда скорости движения льда резко замедляются, а по леднику проходят остаточные волны сжатия и растяжения. Вскоре после прекращения движения конца ледника поступательное движение льда практически прекращается и начинается уменьшение массы ледника и выравнивание поверхности, оседание, замыкание разрывов и трещин, заполнение талыми водами наледниковых и внутриледниковых емкостей, засорение поверхности моренным материалом, формирование крупных провалов над внутри- и подледниковыми водотоками.

¹ Под понятием «пульсация» следует понимать полный цикл колебаний размеров и скоростей движения ледников.

На третьей стадии — восстановления — ледник вновь активизируется и постепенно приближается к исходному состоянию для следующей быстрой подвижки.

Таким образом, сверхбыстрые подвижки не являются внезапными, они подготавливаются постепенным изменением ледника на стадии восстановления. В связи с этим исследование эволюции пульсирующего ледника открывает возможность прогнозировать время очередной подвижки и вероятные масштабы явления.

«Вестник АН СССР», 1972, № 6, стр. 50—55.

Первые итоги советско-индийских антропологических исследований

В марте — апреле 1971 г. группа советских специалистов в составе М. Г. Абдушлишвили (Институт истории АН Грузинской ССР), В. П. Волкова-Дубровина (Институт антропологии МГУ), А. А. Воронова, И. М. Семашко (Институт этнографии АН СССР) участвовала в совместных советско-индийских антропологических исследованиях в Индии¹.

Цель экспедиции — комплексное антропологическое изучение эндогамных (кастовых) групп населения Индии по обширной программе, разработанной в Институте этнографии АН СССР и в Институте антропологии МГУ. Программа исследований предусматривала сбор следующих данных: измерительные и описательные признаки головы и лица; морфология (конституциональные особенности и пропорции тела), серология, дерматоглифика, рентгенофотометрия кисти, оксигемометрия (изучение газообмена), строение зубов, цветовая слепота, антропологическое фотографирование, сбор социознографических материалов (условий жизни, брачных норм и т. д.). Все исследования проводились совместно с сотрудниками Индийского статистического Института.

¹ Подробнее см.: «Вестник АН СССР», 1972, № 6, стр. 89.

Исследования проводились в селах штата Хариана и союзной территории Дели. За короткий период обследовано 5 кастовых групп населения (раджпуты, джаты, ахир, джулахи и гуджары) общей численностью свыше 500 чел.

Предварительная обработка собранных материалов показала, что по комплексу расо-диагностических признаков изученные группы не дифференцируются между собой и относятся к индо-памирской ветви индо-средиземноморской расы, хотя и отмечается различие генных частот (по данным серологии). Отмечено наличие своеобразного комплекса (выделяемого по строению зубов), включающего наряду с западным типом отдельные четкие черты восточного комплекса. Сочетание удлиненных пропорций и малого веса тела, пониженного жиротложения, некоторой уплотненности корпуса наряду с низким обменом веществ позволяет говорить о существовании адаптивного комплекса признаков у населения данного района Индии с характерными для этих мест физико-географическими условиями.

Собранный материал ляжет в основу этногенетической и морфологической характеристики населения штата Хариана. Полученные сведения по обменным процессам у населения приэкваториального района являются существенными по изучению адаптации населения различных групп.

В. П. Волков-Дубровин
Кандидат биологических наук
Москва

Плотность населения в неолите

Используя данные, полученные при археологических раскопках и аэрофотосъемке, а также палеогеографические материалы¹, Г. Н. Лисицына (Институт археологии АН СССР) рассчитала плотность населения и производство зерна на душу населения в оазисах Южной Туркмении в VI—I

тысячелетиях до н. э. Автор учитывал относительную стабильность климата в этом районе за последние тысячелетия, сходство ландшафтов VI—I тысячелетиях до н. э. с современными, приблизительную площадь возделываемых в то время земель, среднюю урожайность на богаре и на орошаемых землях, примерную численность населения в оазисах. В итоге Г. Н. Лисицына пришла к следующим выводам.

В древнейший период земледелия в Южной Туркмении (неолит и ранний энеолит, VI—середина IV тысячелетия до н. э.) орошение существовало в наиболее примитивной форме: использовались разливы при паводках на горных ручьях и речках. Урожайность тогда была очень низкой; возделывались мягкая и карликовая пшеница, ячмень двухрядных форм. На душу населения производилось 270 г зерна в день; плотность населения — 10 человек на 1 км².

В следующий период (поздний энеолит и ранняя бронза, середина IV—начало II тысячелетия до н. э.) появляются простейшие оросительные системы. Урожайность повышается; ассортимент возделываемых культур тот же. Производство зерна на душу населения поднялось до 370 г, плотность населения возросла до 25 человек на 1 км².

В третий период (поздняя бронза и раннее железо, II—начало I тысячелетия до н. э.) создаются мощные оросительные системы. Урожайность продолжает расти; кроме пшеницы и ячменя (двухрядных и многорядных форм), в это время возделывались рожь и нут, развивалось виноградарство. На душу населения производилось 450—650 г зерна; плотность населения резко возросла, достигнув 80—90 человек на км².

«Успехи среднеазиатской археологии», вып. I, 1972, стр. 11—16.

Малоизученные пещеры Казахстана

В Центральной части хр. Каратау палеолитический отряд Института истории им. Ч. Ч. Валиханова АН КазССР обнаружил ряд карстовых пещер. В долине г. Азартеке, левого

притока р. Угам, найдены фрагменты глиняной посуды мустьерского типа, а несколько глубже — треугольные неправильные пластины, пластинчатые отщепы, характерные для этого времени. Эти находки подтверждают, что в пещерах Южного Казахстана были палеолитические стоянки.

Самой интересной из обследованных пещер оказалась пещера Караунгур, расположенная в бассейне верхнего течения р. Караунгу в южном предгорье хребта Боролдаятау (43 или 56 км к северо-востоку от Чимкента). Она находится в 1,5 км к северу от с. Караунгур, на правом берегу реки.

В процессе раскопок выяснилось, что первобытный человек посещал пещеру длительное время. Нижние слои пещеры с мезолитическими орудиями определяют первое появление человека в этом районе Южного Казахстана, а верхние слои указывают на то, что он обитал и в энеолитический период. В этой пещере найдено более 50 тыс. костей млекопитающих: среди них — кости медведя, оленя, лошади, кабана, быка, кулана, сайгака, косули, архара, лисицы, корсака, черепахи, фазана, а также кости рыб; все кости раздроблены. Найденные кости дают достаточно полное представление о фауне того времени.

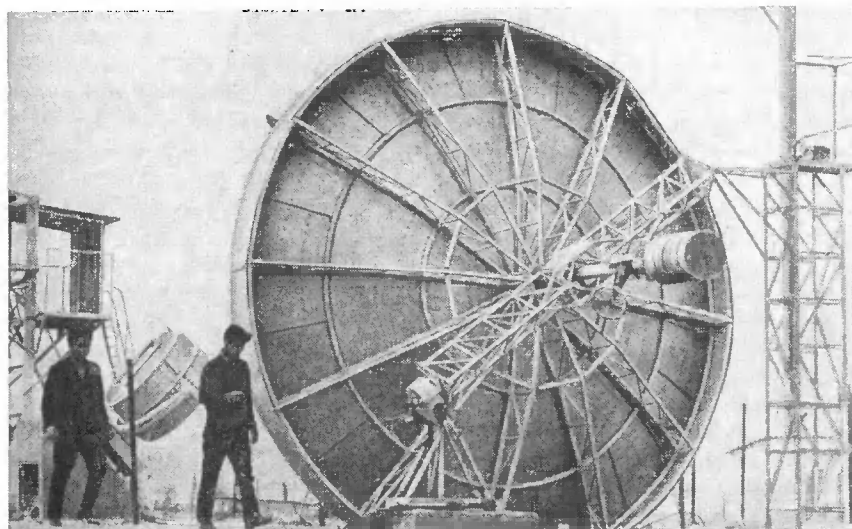
Наряду с костями животных здесь найдено большое количество костяных игл с ушками, костяные шилья, проколки, костяные поделки из конечных фаланг диких животных и другие костяные изделия. В культурных слоях пещеры обнаружены также многочисленные каменные орудия, для выделки которых служил местный материал.

Х. Алпысбаев
Алма-Ата

Достижения советской науки за 50 лет

Летом 1972 г. в павильонах постоянной выставки АН СССР на ВДНХ открылась большая экспозиция «Наука в СССР», посвященная 50-летию образования СССР. В павильоне физики в вступном разделе выставки представлены общие достижения советской науки за 50 лет. Фотографии и материалы, собранные на стендах,

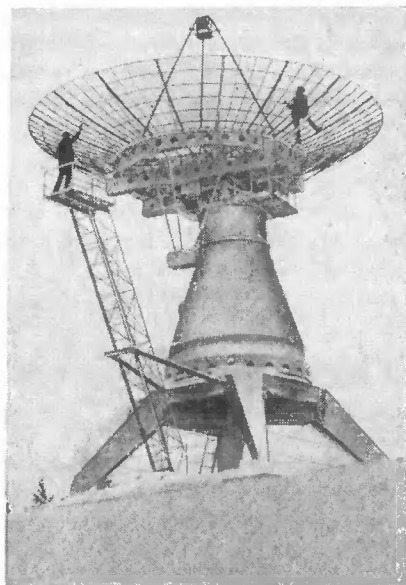
¹ Об археологических и палеогеографических исследованиях в Южной Туркмении см.: «Природа», 1963, № 10, стр. 100—102; 1968, № 11, стр. 74—76.



В лаборатории гелиоустановок Физико-технологического института АН Туркменской ССР.

Фото ТАСС

иллюстрируют успехи Академии наук СССР и академий наук союзных республик, филиалов Академии наук (Кольского, Карельского, Коми, Дагестанского, Башкирского) и научных центров—Дальневосточного и Уральского.



Антенна солнечного радиотелескопа (Латвийская ССР.).

Фото АПН

В павильоне биологии на выставке «Ученые — сельскому хозяйству» широко представлены работы, выполненные в Институте физиологии АН УССР, Институте микробиологии и вирусологии им. Д. К. Заболотного АН УССР, Институте биологии ЛатвССР, Институте ботаники АН ТуркмССР, Институте зоологии АН МолдССР, Институте зоологии АН АзербССР, ряда институтов Сибирского отделения АН СССР, Дальневосточного центра АН СССР и др. Целый раздел выставки посвящен проблемам, связанным с охраной природы и исследованиями биогеоценозов. Здесь экспонируются работы Института леса Карельского филиала АН СССР, Института леса и древесины им. В. Н. Сукачева СО АН СССР, Института морфологии и экологии животных им. А. Н. Северцова АН СССР, Института биологии АН КиргССР и др.

В павильоне химии в разделе «Институты АН СССР, академий союзных республик — производству» демонстрируются достижения химических институтов: Института общей и неорганической химии АН БССР, Института органической и физической химии им. А. Е. Арбузова АН СССР, Института органического синтеза АН ЛатвССР, Института проблем лития АН БССР, Института коллоидной химии и химии воды АН УССР и многие другие.

Коротко

● К. В. Суладзе (ГрузССР, Сухуми) экспериментально установил возможность возникновения турбулентного слоя («разрыва») в токонесущей плазме, в результате чего весь ток переносится пучками электронов и ионов. Ток ионного пучка достигал 20 а, причем критическое значение электронного тока достигало 9 ка.

«Письма в ЖЭТФ», т. 15, 1972, вып. 11, стр. 648.

● В польском Институте ядерных исследований готовится к запуску линейный ускоритель электронов, в строительстве которого принимают участие советские специалисты. Планируется, что в 1990 г. мощность польских атомных станций достигнет 10 тыс. мвт, а в 2000 г.— 30—40 тыс. мвт, они будут давать 30—50% электроэнергии, производимой в стране.

«Польское обозрение», 1972, № 37, стр. 9.

● В Бухаресте создан Международный центр ЮНЕСКО по исследованию операций на вычислительных машинах; в задачу нового центра входит организация различных видов исследований в области информатики и подготовка кадров для этой науки.

«Румыния», 1972, № 12, стр. 13.

● При обработке материалов, собранных в 1971 г. экспедицией Палеонтологического института АН СССР в бассейне реки Гауя (ЛатвССР), обнаружены остатки ископаемых рыб девонского периода. На месте боль-



шого водоема найдены целые скелеты уникальной сохранности панцирных рыб — антиархов и два вида кистеперых рыб — пандерихт (см. рис.) и лаккогнат. Это первая подобная находка на территории нашей страны.

Фото ТАСС

Научные достижения советских республик

Е. С. Лихтенштейн

Кандидат филологических наук
Москва

К 50-летию образования Союза Советских Социалистических Республик издательство «Наука» подготовило фундаментальный коллективный труд под названием «Наука Союза ССР». Редакция «Природы» обратилась к ученому секретарю редколлегии юбилейного сборника Ефиму Семеновичу Лихтенштейну с просьбой рассказать об этом издании.

Какой путь прошла наука Советского Союза в целом и каждой союзной республики в отдельности, как она достигла своих выдающихся результатов, какие перед ней стоят задачи в эпоху современной научно-технической революции и как она их решает — этим вопросам посвящена книга «Наука Союза ССР», выпускаемая Академией наук СССР к 50-летию образования Союза Советских Социалистических Республик. Ее авторами выступают президент Академии наук СССР М. В. Келдыш, вице-президенты АН СССР М. Д. Миллионщиков и П. Н. Федосеев, президенты академий наук всех союзных республик Б. Е. Патон, И. Н. Векуа, В. А. Амбарцумян, Н. А. Борисевич, А. С. Садыков, Ш. Е. Есенов, Г. М. Абдуллаев, Ю. Ю. Матулис, Я. С. Гросул, А. К. Малмейстер, К. К. Каракеев, М. С. Асимов, П. А. Азимов и А. Т. Веймер.

Сборник подготовлен к печати редколлекцией, которую возглавил М. В. Келдыш. В своей статье «Многонациональный Союз Советских Социалистических Республик и развитие науки», которой открывается сборник, М. В. Келдыш отмечает важнейшие этапы развития науки в нашей стране, ее главные достижения и задачи. Шаг за шагом М. В. Келдыш прослеживает возникновение, укрепление и развитие науки в союзных, автономных республиках и на далеких окраинах Российской Федерации.

Еще в первые трудные годы Советской власти Академия наук организу-

ет знаменитую экспедицию по изучению Курской магнитной аномалии, затем экспедиционная деятельность Академии приобретает все более широкий размах. Перечень экспедиций, проведенных только до Великой Отечественной войны, занимает в указателе к книге по истории АН несколько страниц. Автор раскрывает значение некоторых из этих экспедиций не только для изучения производительных сил республики или региона, но и для построения фундамента развития большой науки. Начиная с 30-х годов Академия наук организует широкую сеть филиалов и баз, объединяющих уже целые научно-исследовательские институты. Большинство академий в союзных республиках были основаны на базе этих филиалов АН СССР. Старейшая из республиканских академий — Украинская — возникла в 1919 г. Через 10 лет, в 1929 г., была образована АН Белоруссии. В годы Великой Отечественной войны были созданы академии наук Грузии и Литвы (1941), Узбекистана и Армении (1943), Азербайджана (1945). Сразу после войны были образованы академии наук Казахстана, Латвии и Эстонии (1946), затем Таджикистана и Туркмении (1951), Киргизии (1954) и Молдавии (1961).

М. В. Келдыш пишет: «Различные нации и народности к моменту объединения находились на разных уровнях развития. Объединение в общее государственное целое разных народов, имеющих свои национальные

особенности, традиции и культуру, проживающих на территориях с различными природными условиями, создало предпосылку для более тесного общения, взаимной помощи и достижения высокого уровня развития всеми народами СССР. Чем больше укреплялись экономические и культурные взаимосвязи между республиками, тем эффективнее становилось влияние дружбы народов нашей страны на развитие науки».

Автор называет блестящую плеяду русских ученых, отдавших свой научный и организаторский талант раскрытию природных богатств и подготовке национальных научных кадров в союзных республиках. Это А. Д. Архангельский, В. В. Бартольд, Н. И. Вавилов, С. И. Вавилов, В. И. Вернадский, В. Г. Волгин, И. М. Губкин, В. Л. Комаров, С. П. Костычев, П. П. Лазарев, С. С. Наметкин, В. А. Обручев, Е. Н. Павловский, Н. А. Северцов, К. И. Скрябин, А. Е. Ферсман, Д. И. Щербаков, О. Ю. Шмидт, а также ученые союзных республик, всемирно прославившие советскую науку: В. А. Амбарцумян, Н. И. Мухомедов, Е. О. Патон, К. И. Сатпаев и др.

После победы Октябрьской революции наука и просвещение широким потоком начали вливаться во все уголки страны. Бывшие захолустья Российской империи превратились в цветущие очаги социализма. Советская наука — многонациональная, и автор на ярких и убедительных примерах показывает, какие замечатель-

ные результаты достигнуты сотрудничеством науки и труда братских народов.

П. Н. Федосеев посвящает свою статью социальным и идейным основам сближения наций и народностей, подробно характеризует в этом плане теоретическую и практическую деятельность вождя Октябрьской революции и основателя СССР — Владимира Ильича Ленина. Статья детально рассматривает все теоретические аспекты решения национального вопроса при социализме. Автор приводит множество примеров, которые показывают, как в противовес этому в капиталистическом мире национальный гнет и неравенство народов во всех его формах порождают национальную вражду и межнациональные столкновения.

Серию статей, посвященных расцвету советской науки в союзных республиках, открывает М. Д. Миллионщиков. Он назвал свою статью «Новые научные центры РСФСР», и этим

центрам в Сибири, на Дальнем Востоке, на Урале уделено главное внимание. Вместе с тем автор дает широкую картину развития науки в РСФСР за годы Советской власти.

Автор показывает грандиозные преобразования, происшедшие в Российской Федерации, расцвет ее производительных сил, науки, культуры. Вместе с тем показана роль русской науки в развитии академий наук союзных республик, отмечены те работы, которые выполнены учеными РСФСР в сотрудничестве с учеными других союзных республик. М. Д. Миллионщиков знакомит с важнейшими достижениями ученых республики, рассматривает вопросы дальнейшего развития науки в РСФСР, и в частности ее новых современных крупных научных центрах в Сибири, на Дальнем Востоке, на Урале, в Поволжье, на Северном Кавказе, на Северо-Западе Российской Федерации.

Президенты академий наук союзных республик в своих статьях рас-

сказывают о замечательных плодах сотрудничества народов СССР, о помощи и поддержке, которые оказывают развитию науки в национальных республиках ученые Советской России и других братских республик. В этих статьях особо подчеркнуты те области знаний, которые в данной республике играют ведущую роль: кибернетика и электросварка, искусственные алмазы и автоматика на Украине, геология в Казахстане, математика и механика в Грузии, астрофизика в Армении и т. д.

Нет никакого сомнения, что эта капитальная работа ведущих ученых нашей страны, руководителей Академии наук СССР и академий наук союзных республик, содержащая огромный теоретический и фактический материал, будет с большим вниманием и интересом встречена всеми, кому близки дела и идеи интернационального братства народов, дела и идеи современной науки, ее достижения, проблемы, перспективы.

Популярное географическое описание нашей Родины

Л. С. Абрамов
Кандидат географических наук
Москва

СОВЕТСКИЙ СОЮЗ. Географическое описание в 22 томах. М., «Мысль», 1966—1972.

В книжных шкафах многих личных и общественных библиотек, постепенно заполнив целую полку, выстроилась серия из 23 книг в нарядных белых суперобложках, украшенных большой цветной фотографией. Это 22-томная серия «Советский Союз» — первое за годы Советской власти всестороннее, т. е. охватывающее одновременно природу, население и хозяйство, географическое описание нашей страны, рассчитанное на широкую читательскую аудиторию.

Кажется, совсем недавно, в 1966 г., в преддверии 50-летия Великой Октябрьской социалистической револю-

ции, появился первенец серии — том «Армения». За ним последовали тома, посвященные другим союзным республикам (том «Украина» вышел в двух книгах) и крупным районам самой большой по площади, числу жителей и хозяйственному потенциалу Российской Федерации. Наконец, в сентябре текущего года вышел из печати «Советский Союз. Общий обзор» — заключительный том серии.

Объем всего издания — свыше 11 тыс. страниц, причем более четверти их площади занимают карты, фотографии, графики. Над подготовкой текста трудилось 217 географов,

геологов, историков, этнографов, экономистов из Москвы, столиц всех союзных республик и многих крупных городов РСФСР. Объединила их творческие усилия редколлегия во главе с президентом Географического общества СССР С. В. Калесником (председатель), Э. М. Мурзаевым (зам. председателя) и Б. В. Юсовым (зам. председателя), организованная при Главной редакции географической литературы изд-ва «Мысль».

По мере выхода из печати отдельных томов серии публиковались многочисленные рецензии — в журнале «Коммунист», в географических и ли-

гературных журналах, в центральных и местных газетах (только за три года — с 1967 по 1970 — в изд-ве «Мысль» их учтено 37). Отмечалось, что тома серии «Советский Союз» — серьезное достижение советских географов, книгоиздателей и полиграфистов. Говорилось о содержательности вышедших книг, их насыщенности фактическим материалом, изложенным просто и интересно. Подчеркивалось большое общественно-политическое и культурное значение принятого издания.

Характерно, что в заголовках и в тексте рецензий часто повторяются слова «величественная панорама Родины», «портрет страны», «лицо», «лик», «пейзаж», подчеркивающие монументальный и в то же время описательный характер издания. И действительно, к 50-летию образования Советского Союза географы завершили именно научно-популярное описание Родины. Мы говорим, что география стала теперь наукой аналитической и конструктивной, что она, совершенствуя свою теорию, решает сложные проблемы прогноза природных процессов и преобразования природы, размещения хозяйства и управления взаимодействием природы и общества. И все-таки создание описаний — словесного портрета территорий и стран, наряду с их портретом графическим, вернее картографическим, — продолжает оставаться традиционной задачей одной из древнейших наук — географии.

Традиционная форма — новое содержание

В последние годы слова «описание», «описательный» вызывают скепсис, особенно в среде ученых. «Описание, говорят некоторые, это просто: для этого достаточно обладать определенными навыками составления словесных натуральных зарисовок, будь то природный или хозяйственный ландшафт. Естественно, что по мере изучения природы страны или ее хозяйственного преобразования такие описания должны обновляться, но в чем же здесь событие?!»

Между тем создание географического описания — задача совсем не простая. Трудность ее обусловлена, прежде всего, резким несоответствием



ем между огромными размерами, бесконечным многообразием изучаемых географами объектов и ограниченным объемом текста. В нем надо передать лишь самое главное, типичное, важное, и притом такое, что действительно интересно и полезно знать читателю, которому адресована данная книга. Естественно, от авторов требуется и соответствующее уровню современной науки знание законов природы, и понимание путей хозяйственного и социального развития страны, и, наконец, популяризаторский талант.

С техническим прогрессом в производство вовлекается все большее число взаимосвязанных компонентов природы, испытывающих возрастающее влияние техники; становится все труднее размещать растущее население и мощные производительные силы на уже обжитой, измененной территории. При этом практике нужны не только более детальные, но и принципиально новые сведения. Это стимулирует развитие науки, изменение ее содержания. Традиционными остаются лишь формы географической информации — описания и атласы, кадастры и справочники, что и создает порой у непосвященного читателя иллюзию застойности в географии или простоты ее задач, будто бы сводящихся лишь к конъюнктурному обновлению текстов и карт.

Особенно сложна задача многотомного географического описания всей нашей страны, с ее колоссальной тер-

риторией, многонациональным населением, удивительным разнообразием природы и мощной экономикой. Дополнительные трудности здесь связаны с тем, что описания различных частей страны должны быть сопоставимыми по позициям анализа, масштабу и характеру изложения. История показывает, что попытки создания таких описаний предпринимаются лишь в том случае, когда существенно изменяется сам объект — страна, ее социальный уклад, природа и хозяйство, люди, наконец, когда наука накопит новые данные и представления.

Предшественники

До революции было предпринято издание двух многотомных популярных серий общегеографического описания страны, причем обе они связаны с именем Петра Петровича Семенова-Тян-Шанского. В 1881—1899 гг. под его редакцией и с авторским участием Маврикий Вольф издал как приложение к журналу «Нива» 12-томную серию «Живописная Россия. Отечество наше в его земельном, историческом, племенном, экономическом и бытовом отношении». Эта серия, призванная прежде всего идеализировать порядки царской России, тем не менее содержала и множество полезных сведений — географических, исторических, хозяйственных, просто житейских. Она изобиловала рассказами о природе, о различных народностях и их занятиях, о населенных пунктах. Написанная не только учеными, но и писателями, художественно иллюстрированная, напоминая хрестоматию, «Живописная Россия» служила прежде всего увлекательным чтением. И сам П. П. Семенов-Тян-Шанский считал, что она недостаточно научна.

Серьезнее, глубже, подробнее стали тома второй серии: «Россия. Полное описание нашего отечества», предпринятой П. П. Семеновым-Тян-Шанским совместно с его сыном В. П. Семеновым-Тян-Шанским и В. И. Ламанским. Это издание, на титуле которого значилось «Настольная и дорожная книга для русских людей», должно было стать не только «пособием всем любознательным», но и «послужить на пользу путешествую-

щим по России с образовательными, промышленными и иными целями» («Россия», т. 1, стр. IV).

Выпуск этого замечательного географического описания дореволюционной России, запечатлевшего особенности ее хозяйства и населения, состояния природы и населенных пунктов на рубеже двух веков и обобщившего материалы географического изучения страны и ее различного рода статистических обследований, очень растянулся. С 1899 по 1914 г. удалось подготовить и издать лишь 11 из планировавшихся 22 томов серии.

В первые годы Советской власти географы были заняты обслуживанием перестройки на плановых началах народного хозяйства, особенно изучением отсталых в прошлом национальных окраин. Выходит множество книг, посвященных отдельным областям и районам, как научным, так и популярным. Но единой серии создано не было.

Лишь в 1933 г. I Всесоюзный географический съезд по докладу Н. Н. Баранского постановил считать создание «Большой географии СССР» общей задачей советских географов. Докладчик подчеркивал, что для решения таких грандиозных межрайонных задач, как организация Урало-Кузнецкого комбината, для планомерного развития хозяйства всей страны необходимо иметь «связную характеристику природы, хозяйства и, хотя бы вкратце, культуры всех областей и краев СССР», причем каждая область должна быть охарактеризована и «как специализированная часть народнохозяйственного целого», развивающегося по определенному плану, и как «производственный комбинат», в свою очередь внутренне неоднородный.

И вот во второй половине 30-х годов в Институте географии АН СССР были параллельно подготовлены рукописи, научные и популярные, которые отражали успехи в изучении страны, а главное — превращение ее в ходе выполнения планов первых пятилеток из отсталой аграрной в мощную индустриально-аграрную социалистическую державу. Но рукописи эти не увидели света — разразилась Великая Отечественная война.

Новые задачи

50-е — начало 60-х годов ознаменовались рядом крупных успехов во всех областях социально-политической, хозяйственной и культурной жизни страны. Завершалось создание развитого социалистического общества, разворачивалось строительство материально-технической базы коммунизма. Естественно, при этом новые «заказы», новые импульсы для развития получает наука, в том числе география.

Для работы плановых и проектных органов, призванных обеспечить координацию использования природы в разных целях и увязку развития различных отраслей производства, становятся остро необходимыми географические обобщения в масштабе всей страны. И географы, базируясь на новых исследованиях, начинают выпуск нескольких общих и отраслевых научных сводок о природе и хозяйстве страны, в том числе много томных серий «Физико-географическое районирование СССР в интересах сельского хозяйства» (публикуется рядом издательств), «Природные условия и естественные ресурсы СССР» (изд-во «Наука») и так называемой «синей серии» экономико-географических характеристик союзных республик и крупных экономических районов РСФСР («Географгиз» — «Мысль»).

Таким образом, налицо был изменившийся, фактически новый объект для географического описания — могучая социалистическая держава, с преобразованной природой и развитой экономикой. Появились и новые научные представления о природе страны и путях ее дальнейшего преобразования, о перспективах развития хозяйства, отраженные в научных монографиях. В этих условиях создание популярного географического описания страны стало делом реальным и своевременным, подготовленным всей логикой жизни. Необходимость создания популярного описания диктовалась и тем, что в наши дни сведения о местности и ее реакции на воздействие техники, об условиях строительства, о естественных ресурсах развития производства и о целесообразности сочетания различ-

ных его отраслей требуются самым различным специалистам. География проникает во все новые сферы — мы говорим теперь о местных особенностях не только ведения сельского хозяйства или организации жизни и отдыха людей, но и эксплуатации машин, строительства зданий, режима отопления и т. п.

Между тем полученные в школе знания по географии элементарны и недостаточны по объему. Пополнить их должно популярное географическое описание, привлекающее не только полезностью своего содержания, но и тем, насколько оно интересно.

Конечно, к популярному географическому описанию нельзя подходить столь утилитарно. Его значение неизмеримо шире. Такое описание учит бережному отношению к природе, к историческим и культурным памятникам. Сообщая конкретные сведения, оно служит приглашением к путешествию и одновременно справочником о новых местах. Интересное описание удовлетворяет культурные и эстетические запросы читателей. Наконец, популярное географическое описание Родины имеет огромное общеобразовательное, воспитательное и мировоззренческое значение.

К этому добавлялось естественное желание подвести итоги социалистического строительства в нашей стране к 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции, а затем и к полувековому юбилею существования великой социалистической державы — Союза Советских Социалистических Республик, к которому вся страна готовилась заблаговременно, как к большому празднику.

Рассказ о республиках

Ныне научно-популярное географическое описание Родины завершено. Конечно, проанализировать столь объемистый и разносторонний труд не по силам одному человеку. Познакомим читателя лишь с тем, как и какими средствами авторы решают задачи научно-популярного описания, и попутно укажем некоторые, на наш взгляд, недостаточно обоснованные решения.

Прежде всего, «Советский Союз» —



Южнее Новосибирска возник новый его район — городок Сибирского отделения АН СССР. Из кн.: Советский Союз. Географическое описание в 22-х томах. Западная Сибирь. М., «Мысль», 1971.



Нефтезаводы Башкирии перерабатывают большую часть местной нефти и значительную часть нефти Татарской АССР. Из кн.: Советский Союз. Географическое описание в 22-х томах. Урал. М., «Мысль», 1968.



Овечьи фермы у Арагаца. Из кн.: Советский Союз. Географическое описание в 22-х томах. Армения. М., «Мысль», 1966.



Братская ГЭС. Из кн.: Советский Союз. Географическое описание в 22-х томах. Восточная Сибирь, М., «Мысль», 1969.

не энциклопедия и не справочник, претендующий на передачу всей полноты сведений. Создатели серии, как видно из обращения к читателям, опубликованного в общем томе, стремились рассказать лишь главное о природе, населении и хозяйстве страны. И не просто рассказать, а, базируясь на современных научных географических подходах, показать основные взаимосвязи как между различными компонентами природы, так и между природой и хозяйством, принципиальные отличия и преимущества плановой социалистической экономики в использовании ресурсов природы и развитии производства, особенности советской культуры.

Обычно в серийных описаниях природы или хозяйства, стремясь к одномасштабности характеристики, территории страны делят на примерно равновеликие, равнозначные районы, природные или экономические, и посвящают им отдельные тома. В данном случае, чтобы полнее раскрыть исторически сложившиеся особенности культуры и хозяйства отдельных частей страны, прежде всего союзных республик, объектом описания стали именно они. В посвященных им региональных томах и сосредоточен основной материал об особенностях природы, истории формирования и заселения территории, развитии экономики и культуры. Но поскольку размеры территории, численность населения и хозяйственный потенциал различных республик далеко не одинаковы (например, на долю РСФСР, включающую в свой состав 16 автономных республик, приходится 76% территории страны), редколлегия вынуждена была варьировать листаж отдельных томов. И хотя описанию Украины посвящены две большие книги, а Российской Федерации — 7 отдельных томов, республики Прибалтики, Закавказья, Молдавия, а также некоторые из среднеазиатских республик охарактеризованы в серии значительно подробнее, чем бескрайние просторы России, ее житницы и промышленно развитые районы.

В отличие от отдельных книг, серийное описание страны должно облегчить сопоставление ее частей. Этому способствует одинаковая, точнее, сходная структура томов. Каждый ре-

гиональный том серии начинается своеобразным введением — краткой общей характеристикой республики или района РСФСР, дающей представление о ее отличительных чертах, о месте и роли в семье братских республик Советского Союза. Основное содержание каждого тома делится на две части: «Общий обзор» и «По районам республики» (например, «По районам Белоруссии» или «По районам Западной Сибири»).

По крайней мере треть общего обзора посвящена природе — устройству поверхности и полезным ископаемым республики, ее климату, водам, почвам, растительному покрову и животному миру, а также комплексной характеристике основных природных районов. Прошлое республики обычно описывается лишь в общих чертах, но в объеме, достаточном, чтобы понять, как сформировалась ее территория и народ, какие основные этапы прошел он до Великой Октябрьской революции, когда и как вошла республика в состав Советского Союза. Фрагментарность раздела как бы подчеркивается его типовым заголовком «Страницы истории».

По сравнению с другими географическими изданиями, выходящими в нашей стране, в данной серии много места уделено характеристике населения. При этом, кроме традиционных сведений о национальном составе и социальной структуре, о трудовых ресурсах и демографических процессах, рассказывается о местных традициях, чертах быта, об особенностях культуры и искусства. В главах о хозяйстве выделяются прежде всего ведущие отрасли промышленности и сельскохозяйственного производства, определяющие лицо республики, ее роль и место в хозяйстве страны. Описываются и основные виды транспорта, их удельный вес и значение. Следует подчеркнуть, что характеристики хозяйства, как, впрочем, и населения, даны в историческом плане — в них показана динамика развития, достижения за годы Советской власти, намечены ближайшие перспективы.

Вторая часть, «По районам республики», занимает в среднем две трети объема каждого тома. Это наиболее ярко и впечатляюще написанные гла-

вы, в которых рассказывается о типичных естественных и культурных ландшафтах, о хозяйственных территориальных комплексах, а также об отдельных географических объектах — городах, реках, озерах, заповедниках, исторических памятниках, об интересных туристских маршрутах (например, «По Военно-грузинской дороге» или «Жигулевская кругосветка»). Существенно дополняют и поясняют текст многочисленные оригинальные карты (их особенно много в общем обзоре) и фотографии, а также справочные таблицы ко всем основным разделам, помещенные в конце каждого тома.

Таким образом, региональные тома однотипны, и в этом отношении требования серийности, в основном, соблюдены. Но все-таки в условиях сложно сформированного авторского коллектива, в котором много представителей разных республик, разных школ, добиться полного единства оказалось невозможным. В частности, в различных томах авторы неодинаково подходили к выделению районов, по которым строится региональная часть. Например, в томе «Армения» описание ведется по традиционным естественноисторическим районам, в томе «Узбекистан» — по природно-экономическим, а в томе «Грузия» — по национально-историческим областям. В томах, посвященных крупным экономическим районам РСФСР, в региональной части описываются края, области и автономные республики. Впрочем, вряд ли это можно считать недостатком серии, поскольку разное построение региональной части в известной степени помогает передать особенности жизни разных республик.

Куда существеннее, что из-за разного масштаба описаний и разных принципов выделения природных районов их границы даже в соседних томах часто не совпадают. Такие районы помогают уяснить различия природы на территории республики, но не обеспечивают более общих сопоставлений. Наконец, далеко не во всех томах достаточно четко выделены главные задачи по преобразованию природы и рациональному использованию ресурсов, а также основные географические проблемы

развития хозяйства союзных республик и крупных экономических районов. А познакомить с ними читателей было бы крайне полезно.

Обобщение в другом масштабе

До сих пор мы говорили о региональных томах серии — об описаниях отдельных республик, в которых был сделан упор на показ местных особенностей, территориальных сочетаний, закономерностей дифференциации природы и хозяйства. Но география изучает и общие проблемы, например проблемы единства природы и ее развития, межрайонные хозяйственные связи и их влияние на экономику. Этим проблемам, а также общим чертам природы, населения и хозяйства страны посвящен заключительный том серии — «Советский Союз. Общий обзор» (отв. редакторы С. В. Калесник и В. Ф. Павленко).

Без преувеличения можно сказать, что эта книга в 800 страниц — произведение уникальное. Ведь ни в дореволюционных географических описаниях, ни в современных научных географических сериях обобщающих томов опубликовано не было. Это наиболее генерализованное описание страны и сводная характеристика успехов советского народа за 50 лет существования Союза Советских Социалистических Республик.

Конечно, масштаб описания в этом томе совсем иной, чем в региональных томах. И в нем по-иному видится вся территория страны, занимающая более чем 22 млн км² — одну шестую суши земного шара, все 15 союзных и 20 автономных республик с живущими в них 126 народами и народностями. Такой масштаб позволяет и обозреть основные естественноисторические районы страны, такие как Русская равнина, Сибирь, Тянь-Шань и т. д., которые «выходят за рамки» отдельных томов, и описать целиком могучие реки, пересекающие территорию разных республик. Рельефнее выступают и самые общие черты хозяйства. Например, указывается, что индустриальная мощь страны с 1913 г. возросла в 90 с лишним раз, и хотя 80% населения живет в западных районах страны, от 1/2 до 1/4 важнейших видов промышленной продук-

ции производится в восточных районах (включая Урал).

В общем томе четыре неравных по объему части: «Природа», «История», «Население», «Хозяйство». Знакомясь с их содержанием, покажем некоторые проблемы современной географии.

Подробнее мы остановимся на части «Природа» (автор Ю. К. Ефремов). Ее триста страниц посвящены и описанию компонентов природы, и ландшафтным зонам, и комплексным характеристикам природных районов. Структура покомпонентного обзора (вряд ли удачно автор называет этот раздел «составными частями природы страны») традиционна. Основная мысль первой главы — «Поверхность и недра» — показать влияние на рельеф современных движений земной коры. Автор пишет о возрожденных горах, о «стремлении» факторов выветривания сгладить поднимающиеся структуры и заполнить понижающиеся; говорится и о геологической обусловленности распределения полезных ископаемых. К сожалению, не использовано понятие о морфоструктурах, которое удачно позволяет связать воедино представления о рельефе и строении недр и обосновать районирование. Интерпретируя общие черты рельефа страны, автор, кроме горного обрамления на юге и востоке, выделил еще и диагональную полосу гор, которая «наискось пересекает восточную половину страны от нагорий Чукотки и Колымы через юг Сибири к Памиру» (стр. 35). Реально такой единой полосы не существует.

В главе «Воздушный океан и климат» показано, как климатические особенности территории формируются под влиянием общих метеорологических факторов: радиации, циркуляции воздушных масс и сопровождающих ее фронтальных процессов. Глава заканчивается климатическим районированием по А. А. Григорьеву и М. И. Будыко, отражающим баланс тепла и влаги — важнейшее условие развития растительности. В главе по гидрологии автор, кроме описания рек и озер, говорит о формировании стока отдельных бассейнов и связанной с ним водообеспеченности крупных частей страны. Здесь же приводятся общие сведения о морях,

омывающих нашу страну. При описании биогенных компонентов ландшафта (глава называется «Живая природа и почвы») автор удачно раскрывает как взаимосвязи между ними, так и влияние на почвы, растительность и животный мир внешних факторов — климатических, гидрологических, состава материнских пород, миграции солей и т. д.

Разделы, посвященные географическим поясам и горным ландшафтам, а также описаниям отдельных частей территории страны и омывающих ее морей, — лучшие страницы, написанные Ю. К. Ефремовым, мастером комплексных характеристик. Но с тем, как автор решает вопросы районирования, мы согласиться не можем. До недавнего времени районирование было ведущей проблемой физической географии. Смысл ее заключается в том, чтобы выявить действительно существующие различия отдельных частей территории, оценить их значение и передать в тексте и на карте представление о многообразии природы и ее местных особенностях. Автор стремится прежде всего так сгруппировать районы, чтобы можно было «вынести за скобку» их общие черты, максимально сократив текст. Он выделяет семь «природно-ландшафтных стран»: 1) Западное окаймление Русской равнины; 2) Великие равнины и Урал; 3) Высокая Сибирь; 4) Восточная Азия; 5) Внутренняя Евразия; 6) Восточное Средиземноморье и 7) Горно-островная Арктика. При этом в одни «страны» попадают уж очень разнородные территории, например: в первую — Карелия и Карпаты, а во вторую — Русская равнина и Западная Сибирь. Это районирование существенно отличается от уже устоявшихся научно обоснованных схем.

Обычно мы обращаемся к прошлому для того, чтобы уяснить генезис современных явлений, представить себе их дальнейшее развитие. Об этом автор рассказывает и в разделе «Следы прошлого в современной природе», и в других местах текста, например в ярко написанной истории Каспия. Интересна и ответственна завершающая глава раздела — «Природа и социалистическое общество», трактующая об охране природы и ее

богатств, о взаимном влиянии общества и окружающей среды и о наиболее важных проблемах преобразования природы. Автор показывает рациональные пути использования природы и предостерегает от волюнтаристских решений.

Значительно короче следующая часть — «Историко-географический очерк» (авторы В. С. Варламов и Н. Н. Казанский). Но несмотря на известную лаконичность, его можно отнести к наиболее интересным страницам книги. Авторам удалось найти именно географический аспект рассмотрения: они рассказывают прежде всего о том, как в ходе исторического развития формировалось наше государство и как складывалась его территория. Далее говорится о преобразованиях страны, обусловленных Великой Октябрьской социалистической революцией, и образовании Союза Советских Социалистических Республик.

Часть «Население» состоит из двух взаимно дополняющих друг друга разделов: «География населения» (авторы В. В. Покшишевский, Ф. М. Листенгурт) и «Народы Советского Союза» (Л. П. Лашук). В первом из них рассматриваются процессы формирования населения нашей страны, занимающей по его численности (на 1 июля 1971 г. свыше 245 млн человек) третье место в мире. Базируясь на данных демографической статистики, авторы рассматривают как естественные движения населения, т. е. динамику численности в результате рождения и смерти, так и процессы миграции, т. е. перемещение жителей внутри страны. Анализируется классовый состав и структура населения, трудовые ресурсы, процессы миграции в советское время, отражающие важнейшие изменения в экономике и культуре страны. Все сказанное позволяет осмыслить современное размещение населения страны, разобравшись в типизации и географии городов и сельского расселения.

Второй раздел этой части рассказывает о многонациональном составе населения СССР и о научной этнографической классификации, в основу которой положено распределение народов по языковым семьям и группам; далее коротко характеризуется каждая из них.

В главе об особенностях культуры и быта народы СССР подразделены на шесть больших историко-географических групп, связанных с определенной территорией: народы средней полосы Европейской части страны; ее лесостепной и степной полос; Кавказа; Средней Азии и Казахстана; Сибири; Дальнего Востока. В заключение говорится о том, что в Советском Союзе сложилась новая историческая общность людей — советский народ, раскрывается сущность этого понятия.

Часть «Хозяйство» занимает почти половину книги. В небольшом введении к ней (автор М. Ф. Грин) показано, как исторически сформировалась отраслевая структура хозяйства нашей страны, отмечены главные черты его размещения. Дополняет эту часть рассказ о географии внешних экономических связей страны (П. Е. Семенов). Историзм, показ динамики развития и закономерностей территориального размещения, наряду с характеристикой структуры и обеспеченности ресурсами, как сырьевыми, так и трудовыми, последовательно применяются авторами во всех разделах части «Хозяйство» и помогают читателям понять, чем обусловлены главные черты его географии.

Промышленность описывается по отраслям, причем ведущим отраслям тяжелой индустрии (М. Ф. Грин) уделено вдвое больше места, чем легкой и пищевой (С. А. Водовозов). Для каждой из отраслей приводятся данные о ее удельном весе, технической оснащенности, главных видах продукции, а сведения о размещении подкрепляются обзорными картами, на которых показаны центры развития промышленности данной отрасли, а также важнейшие новостройки девятой пятилетки.

В начале раздела, посвященного сельскому хозяйству (В. П. Сотников), подробно рассмотрены особенности природных условий в различных районах, определяющие его специфику и закономерности размещения. Далее рассматриваются главные отрасли земледелия и животноводства, их продуктивность, техническая оснащенность, взаимосвязи с отраслями обрабатывающей промышленности. При этом показано значение как вы-

сокопродуктивных, по существу переведенных на индустриальные рельсы отраслей, например зернового хозяйства или «фабричного» птицеводства, так и экстенсивных, связанных с использованием естественных пастбищ в северных, пустынных и горных районах. В заключение говорится о ближайших перспективах развития сельского хозяйства, повышении его механизации и устойчивости, в том числе о применении различных типов мелиорации и расширении поливного земледелия.

Раздел о транспорте (В. С. Варламов, Н. Н. Казанский, П. Е. Семенов) предваряется анализом межрайонных связей, обуславливающих основные потоки грузов и пассажиров. Затем дается представление о единой транспортной сети страны и функциональной роли в ней отдельных видов транспорта: железнодорожного и автомобильного, речного и морского, авиации и трубопроводов, — а также об их технической оснащенности и дальнейших перспективах.

Завершает общий том краткий сводный обзор крупных экономических районов, на которые разделена наша страна (автор С. А. Водовозов).

Таково содержание общего тома, в известной мере отражающего подходы к характеристике природы, населения и хозяйства, типичные для серии в целом.

*

Сейчас, в связи с повышением спроса на географическую информацию, с проникновением географии в разные сферы жизни советского общества, запросы разных его слоев настолько дифференцируются, что географы вынуждены создавать различные по содержанию и уровню изложения описания — с научным, производственным, учебно-методическим уклоном. Но это не умаляет, а скорее подчеркивает значение научно-популярного, самого массового, интересного, отлично оформленного и хорошо изданного юбилейного географического описания «Советский Союз». Его завершение к 50-летию юбилею образования Союза Советских Социалистических Республик — большое событие в культурной жизни нашей страны.

Тематический указатель журнала «Природа» 1972 г.

Философия и история естествознания. Организация науки

Агаджанян Н. А. В. В. Стрельцов — основоположник советской школы авиа-космической медицины	8	50
Агаджанян Н. А. Международная конференция по эргономике	11	98
Бабский Е. Б., Григорьян Н. А. Герман Гельмгольц как физиолог	11	66
Белостоцкий И. И. Русский мобилист начала XIX века	6	74
Беляев Е. А. География науки в СССР: прошлое и настоящее	8	91
Гейзенберг В. Квантовая механика и беседа с Эйнштейном	5	84
Данилов В. С. Конгресс биофизиков	11	93
Данин Д. Это сложнее, чем кажется... (О некоторых психологических моментах в научном творчестве Э. Резерфорда)	4	87
25 лет ЮНЕСКО	1	94
Довбыш Л. К. Следопыт Дальнего Востока	9	62
Достижения советской науки за 50 лет	12	109
Дорфман Я. Г. Поль Ланжевэн. К 100-летию со дня рождения	1	60
Дуженков В. И. Научные центры в СССР	11	2
Кедров Б. М. Программа на многие десятилетия	3	2
Класен И. Была ли у Коперника обсерватория	3	92
Кольцов А. В. Первые филиалы и базы Академии наук СССР	10	2
Кольцов Н. К. О науке	7	32
Курсанов Г. А. Актуальность Эпикура	10	37
Малиновский А. А. Наука об организации и организации науки	3	42
Михулинский С. Р. Гневный протест большого ученого	1	58
Новик И. Б. Методологические аспекты оптимизации биосферы	9	5
Орел В. Как родилась теория Менделя	5	67
Павловский Е. В. Мой учитель	4	25
Подготовка XV Всемирного философского конгресса	4	111
Пущаровский Ю. М. Андрей Дмитриевич Архангельский	4	24
Родный Н. И. Научные школы	12	84
Рокицкий П. Ф. Роль Н. К. Кольцова в развитии общей и экспериментальной биологии в нашей стране	7	24
Рыба Е. Комментарии к статье И. Класена	3	94
Сент-Дьердьи А. Стоит ли экономить на науке?	1	56

Стеклов В. Ю., Коган Я. Б. План технический, а не государственный...	4	10
Указатель цитат как индикатор научных представлений	7	112
Урсул А. Д. Информация и кибернетика	5	2
Федоров А. С. Наука Советского Союза за 50 лет	12	2
Федосеев П. Н. Взаимосвязь философии и естественных наук	6	2
Фролов И. Т. Методологические принципы теоретической биологии	1	2
Хесин Р. Б. Теория гена в работах А. С. Сербровского	8	16
Хрущов Н. А. Экономические основы охраны недр	2	2
Шварцев С. Л. Всемирный форум геологов	11	96
Шейнин Ю. М. Некоторые параметры и тенденции организации науки	7	15
Шишкин И. Б. Создание Философского общества СССР	3	101
Шишкин И. Б. Создан Институт психологии АН СССР	7	111
Шрейдер Ю. А. Язык как инструмент и объект науки	6	66

Астрономия. Астрофизика. Науки о космосе

Альвен Х. Стратегия космических исследований	7	11
Амбарцумян В. А. Нестационарные явления в мире звезд и галактик	7	2
Бисноватый-Коган Г. С. Почему вспыхивают Сверхновые	6	24
Боровкова Е. В. Кратер близ Ладожского озера	3	119
Виноградов А. П. Предварительные данные о лунном грунте, доставленном автоматической станцией «Луна-20»	8	2
Вода на Луне?	7	106
В поисках «черных дыр»	2	104
В полете — спутник «Ореол»	3	102
Возможное толкование опытов Вебера	9	105
Григоров Н. Л., Вакулов П. В. Спутники «Интеркосмос» изучают космические лучи	10	29
Дагаев М. М. Астрономические явления в 1972 году	1	125
Дагаев М. М. О счете столетий	3	122
Дагаев М. М. Полное солнечное затмение 10 июля 1972 г.	6	106
Дагаев М. М. Астрономические явления в 1973 году	12	98

Диаметр звезды — 15 км!	8	103
Дибай Э. А. Галактики Сейферта	1	11
Духовской Е. А., Сиблин А. А., Шварев В. В.		
«ТОР-1» исследует лунный грунт	1	83
Есть ли микроорганизмы на Луне?	2	104
Зельдович Я. Б., Новиков И. Д. «Черные дыры» во Вселенной	4	28
Зоткин И. Т. Ледяной метеорит?	9	127
И снова кварков нет	10	106
Класен И. Была ли у Коперника обсерватория?	3	92
Коваль И. К. Марсианский «пик»	4	2
Корец М. А. Как увидеть черные дыры	6	91
Кропоткин П. Н. Новое о геологии Марса	11	88
Курт В. Г. Перспективы внеатмосферных астрономических исследований	5	13
Маров М. Я. Что сегодня известно о Венере	10	9
«Марс-3» исследует планету	12	102
Механизм перемещения лунного грунта	9	104
Михняк Н. К. Кратер на Енисейском крыже	3	120
Необычная скорость движения галактик	4	102
Никитин С. А. «Луна-20»: лунный грунт на Земле	4	100
Никитин С. А. В долгий путь к Юпитеру	5	106
Никитин С. А. Новый старт к Венере	6	88
Никитин С. А. «МАС» и «Интеркосмос-6»	8	101
Никитин С. А. На орбитах — автоматические станции «Прогноз»	12	102
Новая величина массы Плутона	4	102
Новое о Сириусе В	9	104
О природе области Hellas на Марсе	5	105
Очередной пересмотр возраста Вселенной	7	105
Падение огромного метеорита на Луну	10	107
Передача с поверхности Венеры	9	103
Покровский Г. И. О проекте «Искусственное Солнце»	1	122
Покровский Г. И. Можно ли усилить лунный свет	8	125
Поле тяготения на Луне	9	104
Полосухина Н. И. Литий в магнитных звездах		
Присуждение золотых медалей имени М. В. Ломоносова 1971 года (В. А. Амбарцумян, Х. Альвену)	3	100
Проник И. И. Переменность эмиссионных линий в сейфертовских ядрах	6	90
Псковский Ю. П. «Перепись населения» Местной группы галактик	8	98
Псковский Ю. П. Рекордная по блеску Сверхновая нашего столетия?	10	105
Пуцаровский Ю. М. Рельеф Марса	3	103
Радарные исследования топографии Марса	7	106
Радиоизлучение Антареса	10	106
Регистрация колебаний в недрах Луны	5	105
Результаты измерений γ -излучений	4	102
Рентгеновская вспышка на Солнце 10 декабря 1970 г.	8	104
Рыбка Е. Комментарии к статье И. Класена	3	94
Рыхлый снег на Ганиমেде?	6	90
Самсоенко Л. В. Новые каталоги Сверхновых и квазаров	8	103
Сверхураганы на Марсе	6	89
Связаны ли результаты Вебера с гравитационными волнами?	9	105
Советские станции на орбите Марса	2	103
Содержание антиядер в первичных космических лучах	7	105
Станюкович А. К. Кратер в Подмоскowie	3	100
Сухой лед на Марсе	11	90
Сходство в строении Марса и Земли	1	96
Сюняев Р. А. Электромагнитное излучение Вселенной	4	69
Углеродное ядро звезд и рождение пульсаров	9	104

Успехи спектроскопии и астрофизика (Интервью с Г. Герцбергом)	1	108
Тарасов Л. С. Грунт лунных материков	7	102
Шевченко Ю. В. В космосе обезьяна Бонни	9	106
Щеглов В. П. Астрономия в Узбекистане за 50 лет	12	89
Эволюция Марса только началась	10	106
Эйнасто Я. Э., Иймэвэр М. М. Галактика Андромеды	11	70
Экспедиция к кратеру Декарт	8	102
«Экспорт» лунного стекла	6	89

Математика. Физика

Алиханьян А. И. Электромагнитные взаимодействия при высоких энергиях	12	19
Арабаджи В. И. Эхо у камня Говорливый на Вишере	6	106
Арабаджи В. И. Галерея шепота	7	124
Арцимович Л. А. Будущее принадлежит астрофизике	9	2
Басов Н. Г., Беленов Э. М. Сверхузкие спектральные линии и квантовые стандарты частоты	12	10
Беленов Э. М. Перестраиваемый лазер инфракрасного диапазона	5	104
Беленов Э. М. Электроионизационные газовые лазеры	10	104
Борисевич Н. А. Инфракрасные дисперсионные фильтры	11	8
Брагин Ю. А. Заряженные частицы в нижней атмосфере	8	42
Вакуумный диод	3	101
Вебель А. Ж. «Золотое сечение» в физике	10	99
Верещагин Л. Ф., Архипов Р. Г. Получение металлического водорода	3	9
Верна ли гипотеза Лоу?	1	95
Веселовский И. С. Есть ли у фотона масса покоя?	8	105
Возможный источник гравитационных волн	5	104
Гегузин Я. Е. Кристалл и капля	8	74
Гейзенберг В. Квантовая механика и беседа с Эйнштейном	5	84
Гречишкин В. С., Шишкин Е. М. Двухчастотное спиноное эхо	11	84
Данин Д. Это сложнее, чем кажется... (О некоторых психологических моментах в научном творчестве Э. Резерфорда)	4	87
Делоне Б. Н. Десятая проблема Гильберта решена	5	94
Дирак П. Развитие квантовой теории	3	68
Добротин Н. А. Мю-мезон	8	28
Дополнительный нагрев плазмы в Токомаке	2	105
Дорфман Я. Г. Поль Ланжевен. К 100-летию со дня рождения	1	60
Жидкие кристаллы	2	67
Зуев В. Е. Лазерное зондирование атмосферы	10	86
И снова кварков нет	10	106
Кадошцев Б. Б. Вещество в сверхсильном магнитном поле	5	7
Как получить мощный источник нейтронов	9	106
Кендалл Г., Пановский В. Структура протона и нейтрона	7	92
Корец М. А. Быстрее скорости света?!	4	102
Корец М. А. Как увидеть черные дыры	6	91
Кошелев Е. Л. Непрерывный химический лазер	2	105
Крамаровский Я. М., Чечев В. П. Постоянные ли физические постоянные?	5	46

Кулиев А. З., Рзаев П. Ф., Тарвердиев Я. Г. Инкубатор на энергии ветра	12 104
Курсуноглу Б. П. Дирак — Лауреат премии Роберта Опенгеймера	3 67
Лазерная плазма в облачке газа	2 105
Лазерно-химические реакции	3 102
Манькин Э. А. «Одномерные» и «двумерные» магнетики	1 95
Манькин Э. А. Оптическая ориентация элект- ронов в твердых телах	6 91
Математическая модель опускающейся Вене- ции	4 101
Месяц Г. А., Бугаев С. П. Наносекундный ус- коритель электронов	6 78
Михайлов А. С. Легче ли фотон в среде?	8 127
Неизвестный сверхтяжелый элемент?	11 93
Нейтроны из полиэтиленовой плазмы	1 94
Никитин В. А. Что делают физики на ускорит- телях заряженных частиц	9 10
Новый класс сверхпроводящих веществ	11 92
Новый тип детектора радиоактивности излу- чения	7 105
Ондуляторное рентгеновское излучение	10 105
«Переходное ускорение» вместо переходного излучения	7 105
Перспективы экспериментальных исследова- ний атомного ядра	11 48
Плавление металлического водорода	9 106
Плазменный вихрь меняет форму	7 104
Повышение критической температуры сверх- проводников	5 105
Саврин В. И. Новые результаты на Серпу- ховском ускорителе	2 89
Самое большое простое число	4 101
Сверхтекучий молекулярный водород	11 91
Связаны ли результаты Вебера с гравитаци- онными волнами?	9 105
Создан акустический микроскоп	7 107
Сороко Л. М. Лауреат Нобелевской премии 1971 г. Д. Габор	1 104
Стабильны ли нейтрино?	10 105
Трение через перегородку	11 92
Упругое рассеяние протонов при высоких энергиях	4 103
Урсул А. Д. Информация и кибернетика	5 2
Фазовое превращение самария	12 103
Флеров Г. Н. Синтез и поиск трансурановых элементов	9 56
Фотопроводящие кристаллы «запоминают»	10 105
Фотоферромагнитный эффект	11 92
Франк И. М. Некоторые новые аспекты ней- тронной оптики	9 24
Ходель В. А. Загадка $K \rightarrow 2\mu$	8 104
Чистиков И. Г., Вистинь Л. К. Симметрия, структура и свойства жидких кристаллов	2 76

Химия

Аминокислотный дождь	4 104
Аммиак улучшает свойства древесины	12 104
Вегель Б. Химия «невозможного»	3 50
Волькенштейн Ф. Ф. Поверхность полупровод- ника — граница между физикой и химией	1 40
Галицкий В. М. Почему нейтрон не включен в таблицу химических элементов	8 126
Гурвич Л. В. Лауреат Нобелевской премии 1971 г. Г. Герцберг	1 107
Дмитриев М. Т. Запах свежего воздуха	3 13
Кочетков Н. К. К статье Б. Вегеля «Химия невозможного»	3 58
Кочетков Н. К. Углеводы в биологии и тех- нике	7 68

Новые марганцевые комплексы	4 103
Пресная вода из морской	11 93
Сиборг Г. Металлоорганические соединения трансуранов	2 33
Термометр мгновенного действия	4 104

Общие проблемы биологии

Яблоков А. В. Изучение видов в пределах ареала	1 99
Бабков В. В. Математика в генетике и эколо- гии	12 105
Бей-Биенко Г. Я. Мир насекомых и охрана природы	11 32
Ковда В. А. Почвенный покров и биосфера	1 47
Кольцов Н. К. О науке	7 32
Лисицына Т. Ю. I Всесоюзное совещание по экологическим и эволюционным аспектам поведения животных	7 108
Ничипорович А. А. Фотосинтез и биосфера	6 9
Паршенков С. А. Технология и охрана среды	2 46
Попов А. С. Меланин и солнечные ожоги	12 106
Рафес П. М. Популяция и биогеоценоз	5 36
Фролов И. Т. Методологические принципы тео- ретической биологии	1 2

Ботаника

Аваков Г. С. Эльдарская сосна и куэстовый рельеф	11 81
Буч Т. Г. Как семена растений чувствуют «верх — низ»?	7 127
Возжикская В. Б. Растительность прибрежной зоны моря	2 40
Звержановский М. И. Птицы уничтожают се- мена амброзии	8 123
Кожевников В. С. Лес против снежных лавин	4 96
Крючков В. В. Самые северные леса на Земле	12 93
Кутюрин В. М. Существует ли «электрон- ное» испарение воды растениями?	2 126
Люпин помогает росту леса	12 107
Обозов А. Н. Пирамидальная сосна	11 109
Палинология помогает восстанавливать леса	5 108
Прасолов В. С. Достижения цветоводов	11 95
Пломбирование деревьев	11 95
Шамурин В. Ф. Как опыляются растения в Арктике	8 96

Зоология

Адамян М. С., Абрамян А. А., Казарян Г. В. Пенопластовые душлянки для птиц	2 125
Банников А. Г., Соков А. И. Тигр в Таджики- стане	1 121
Банников А. Г. «Красная Книга» природы	4 94
Банников А. Г. Тигр под угрозой исче- зновения	7 108
Банников А. Г. Камарг — край розовых фла- минго и белых лошадей	
Банников А. Г. Численность бухарского оленя возросла	10 110
Баранов А. С., Борисов В. И., Яблоков А. В. «Пение» ящерицы	9 109
Где и когда впервые одомашнили животных	9 113
Даревский И. С., Киреев В. А. Ящерица змея на левом берегу Волги	
Дмитриев В. Д. Кобра	8 124
Дроздов Н. Н. Оригинальный способ добы- чи пищи у вьюрка	2 124
Дроздов Н. Н. Кровососущий вьюрок	6 107
Дятлы и столбы	2 108
Елкин К. Ф. «Мертвые» колонии байбаков	2 92

Живущие в смоле	3	103
Жирнов Л. В. Красный волк	5	124
Ильичев В. Д. О статье Г. Тильке «Голоса птиц»	1	72
Ильичев В. Д. К статье П. Сёке «Музыкальность птиц»	5	103
Казаков Б. А., Языкова И. М. Пеликаны на озере Мангыч-Гудило	3	86
Как птицы снижают теплоотдачу	10	110
Карпухин И. П. Интересное соседство	8	124
Колимбетин — защитное оружие жуков	9	109
Лобанов Н. В., Треус В. Д. «Служба выживания» в Аскании-Нова	9	88
Лобанов Н. В. Что мы знаем о диком осле	10	125
Мариковский П. И. Семейная жизнь пустынных мокриц	8	84
Мокиевский О. Б. Марискос	8	80
Назирова М. «Свадебные ожерелья» из паутины	8	125
Пуца Н. М. Куда лимонница откладывает яйца	6	85
Подгурская А. Д., Подгурский В. Т. Зеленый кузнечик — истребитель личинок колорадского жука	11	109
Райков И. Б. Ядерный дуализм у простейших	4	14
Расс Т. С. Целакант — яйцекладущая рыба	10	110
Русанов Г. М. Искусственные гнезда для крякв	2	96
Рустамов А. К. Чернопятнистая лягушка в Каракумском канале	4	123
Рыбы меняют чешую	8	108
Сдобников В. М. Белый медведь на острове Ушакова и Северной Земле	11	86
Сёке П. Музыкальность птиц	5	101
Симбиотические бактерии синтезируют половые аттрактанты	4	107
Симпозиум по ориентации птиц	4	108
Скрябин В. Д. Человек и дикий олень на Таймыре	3	98
Стекольников Л. И. Агрессивны ли муравьи?	11	96
Соколов А. И. Снежный барс	4	122
Соловьев В. А. Ушан продвинулся к Северу	7	125
Суховская Л. И. Найден орган вкуса у дельфина	1	99
Тильке Г. Голоса птиц	1	64
Тимофеева А. А. Пернатые острова Ионы	12	72
Успенский С. М. Моржи — исполины арктических вод	12	77
Флинт В. Е. Нанду	6	108
Химическое строение половых феромонов	5	109
Шинкин И. Б. Перепись тигров в Индии	5	109
Щербань М. И. Ядовитый секрет саламандры	4	98
Эргашев Н. Полезна или вредна фаланга	5	123
Яблоков А. В. Замечательный морской зверь — морж	12	82

Микробиология

Новое свойство микробных полисахаридов	6	93
Новые методы обнаружения живых бактерий	8	107
Остатки микроорганизмов в метеорите?	8	103
Препаративный способ получения бактериофага	5	108

Палеонтология. Систематика

Баргхорн Э. Древнейшие органические остатки на Земле	5	77
Воронцов Н. Н., Коробицына К. В., Надлер Ч. Ф. Хофман Р., Сапожников Г. Н., Горелов Ю. К. Хромосомы диких баранов и происхождение домашних овец	3	74
Глаз, смотревший на мир 400 млн лет назад	3	104

Громов В. И. С натуры, — но не с живой!	9	126
Как отличать кости диких и домашних животных	4	109
Колесников Ч. М. Ископаемый жемчуг	2	101
Кордэ К. Б. О находках в докембрии	5	83
Расницын А. П. Палеонтологические находки на Таймыре	6	94
Хомизури Н. И. Следы динозавра в Таджикистане	6	95
Шер А. В. Зоргелия на Колыме	5	109

Генетика. Молекулярная биология

Астауров Б. Л. Перспективы управления поломом животных	6	16
Астауров Б. Л. Перспективы управления поломом животных	7	48
Астаурова О. Б. Получена чистая иРНК фибрина	12	104
Бреслер С. Е. Горизонты молекулярной генетики	1	27
Гайсиневич А. Е. II Всесоюзный съезд генетиков и селекционеров	4	104
Галактионов В. Г. Генетическое постоянство соматических клеток	10	77
Георгиев Г. П. Хромосомная модель Крика	4	64
Герре В., Цимен Э. Пуво	5	95
Горячие точки в ДНК	10	108
Детали строения клетки	5	107
Крик Ф. Общая модель хромосом высших организмов	4	65
Нейфас А. А. Существуют ли анти-ДНК?	10	126
Новое о контроле активности генов	6	92
Онкогенез и поли-А	11	94
Орел В. Как родилась теория Менделя	5	67
Нопов А. С. Синтез гена на матрице РНК	9	79
Рентгеновские лучи повреждают хромосомы	8	105
РНК-полимераза регулирует синтез РНК	6	92
Симпозиум по химическому мутагенезу	11	95
Сотрудничество СССР и Франции в области молекулярной биологии	9	113
Струнников В. А. Регуляция пола в практическом шелководстве	7	36
Темир Г. РНК направляет синтез ДНК	9	68
Трехмерная структура хромосом человека	7	107
Успешная пересадка гена	3	103
Хесин Р. Б. Теория гена в работах А. С. Серебровского	8	16
Шапиро И. М. Гибридизация соматических клеток — новое направление в генетике	5	20
Энгельгардт В. А. У истоков отечественной молекулярной биологии	6	56

Биофизика. Биохимия

Антибиотик прикрепляется к рибосомальной РНК	9	107
Биополимеры из почвы	4	109
Где белки прикрепляются к биологическим мембранам?	4	107
Геометрия двойной спирали	4	105
Гитльзон И. И. Биолуминесценция как источник информации	12	105
Данилов В. С. Биологическая роль липидов	10	109
Данилов В. С. Конгресс биофизиков	11	93
Доказана анизотропия мембран эритроцитов	1	97
Кочетков Н. К. Углеводы в биологии и технике	7	68

Крупин В. Д. Проблемы борьбы с болезнями хлопчатника	9	108
Модель мембраны митохондрий	12	106
Новое применение алкалоидов	11	95
Новые биологически-активные пептиды	2	107
Особенности биологического действия лучей лазера	10	108
Остроумов С. А. ДДТ влияет на биоэнергетику клетки	2	108
Легкоплавкие участки ДНК	4	105
Ресурсы биологического азота	5	110
РНК осуществляет контакт клеток	1	96
Сахаров Д. А. Почему нейроны разные?	10	52
Сахаров Д. А. Механизмы синаптической передачи	10	109
Стекольников Л. И. Яды морских змей	2	106
Стекольников Л. И. Расшифрована первичная структура паратиреоидного гормона	5	107
Стекольников Л. И. Роль аргинина в молекуле инсулина	9	107
Стекольников Л. И. Новые ферменты	10	108
Синюхин А. М. Сигналы у растений	11	40
Установка для изучения тепловых процессов	11	94
Ферментативный синтез антибиотиков	4	106
Франк-Каменецкий М. Д. Еще одна мини-частица в митохондриях	1	97
Франк-Каменецкий М. Д. Структура комплекса ДНК с актиномицином	4	106
Хемилюминесценция — индикатор температурной устойчивости растений	2	106
Химический состав нейрогипофиза	11	94
Химический состав пантов пятнистого оленя	9	108
Шамшурин А. А. Гормоны насекомых	4	53

Физиология. Медицина. Психология. Этология

Агаджанян Н. А. В. В. Стрельцов — основоположник советской школы авиакосмической медицины	8	50
Адрианов О. С., Молодкина Л. Н. Лобная область мозга и элементарная рассудочная деятельность	6	40
Алкоголизм и гипоталамус	8	107
Бабский Е. Б., Григорьян Н. А. Герман Гельмгольц как физиолог	11	66
Блинова К. Ф., Сыровежко Н. В., Яковлев Г. П. Мумии: легенды и факты	3	82
Впервые идентифицирована «молекула памяти»?	5	108
Гигиеническая оценка синтетического паркета	6	93
Дыхание тканей при гипокинезии	11	95
Еськов Е. К. Сигналы пчел в процессе роения	2	98
Засухин Д. Н., Акиншина Г. Т. Токсоплазмоз — новая проблема медицины	9	18
Как найти вирус	9	108
Киришенблат Я. Д. Экологическая эндокринология	2	9
Лазарев Н. И., Панов М. А., Самойлов В. И. Лауреат Нобелевской премии 1971 г. Э. В. Сазерленд	1	105
Логинов Б. В., Габов А. И. Как рыба ориентируется на цель?	1	87
Могут ли вирусы вызывать психические заболевания?	1	97
Нейромедиаторы вызывают судороги?	12	106
Новый медицинский аппарат	4	107
Остроумов С. А. АТФ непосредственно образует мембранный потенциал	10	107

Поляков В. А., Николаев Г. А., Волков М. В. Биологическая сварка и резка тканей	12	40
Портнов А. М. Анизотропия зрительного восприятия, или «обман зрения»	10	102
Противоопухолевые свойства протаминов	4	107
Резников А. Е. «Акустические глаза» дельфина	11	60
Сахаров Д. А. Механизмы синаптической передачи	10	109
Сахаров Д. А. Почему нейроны разные?	10	52
Стекольников Л. И. Новые антибиотики из стрептомицетов	1	98
Стекольников Л. И. Новые антибиотики	8	106
Стекольников Л. И. Агрессивны ли муравьи?	11	96
Ускоренная проба на бешенство	5	108
Фролов Б. А. «Магическая семерка»	5	52
ЭВМ контролирует спячку животных	8	107
Якоби В. Э. Поведение птиц и самолеты	3	94

Океанология. Гидробиология

Айзатуллин Т. А., Назиров М. Ледовые «вихри» на морской поверхности	9	101
Батурич Г. Н., Меркулова К. И., Цалов П. И. Современные фосфоритовые конкреции на шельфе	1	102
Геофизические исследования в VI рейсе «Дмитрия Менделеева»	9	111
Глазовский Н. Ф. Солевой баланс Каспийского моря	10	63
Глобальная система океанических станций	9	111
21-я экспедиция «Гломара Челленджера»	9	112
9-й рейс «Академика Курчатова»	4	110
Добыча конкреций на повестке дня	2	110
Железо-марганцевые конкреции — промышленное сырье	3	105
Иващенко А. И., Поплавский А. А. Долгосрочный прогноз цунами	7	110
Корж В. Д., Савенко В. С. Солевое дыхание океана	8	57
Крупнейшие волны в Тихом океане	6	95
Марти Ю. Ю. Как умножить биологические ресурсы Каспия	12	28
Мокиевский О. Б. Марискос	8	80
Наумов Д. В. Коралловые рифы Океании	10	43
Необычное внедрение в базальт	2	110
Одинцова Е. Н., Шлапкаускайте Г. Витамины водоемов	12	96
Парин Н. В., Филатова З. А. Изучение фауны Южной Атлантики	7	111
Песчаная лавина под водой	5	111
17, 18 и 19-й рейс «Гломара Челленджера»	6	95
Часто ли попадает сельдь в сети?	9	109
Пушаровский Ю. М. Океаническая кора на континентах!	2	109

Геология. Минералогия. Геофизика. Геохимия

Алексеев М. Н. Граница между неогеном и четвертичной системой	12	107
Алмазы в гигантском метеоритном кратере Сибиря	9	110
Ахметьев М. А. Таинственный остров Лорд-Хау	3	33
Батурич Г. Н. Фосфориты найдены в глубинах океана	6	86
Берсенев И. И. Как образовалось Японское море?	12	52
Белостокский И. И. Русский мобилист начала XIX века	6	74

Беляевский Н. А., Борисов А. А., Федынский В. В. Глубинное строение земной коры СССР	4	32
Викторов А. М. Бокситы в Подмоскowie	11	97
Войтович В. С. Тектонические щели Карелии и Кольского полуострова	4	124
Вольковский Б. С., Сялкин Б. И. Твердая оболочка Земли и землетрясения	6	34
Вулкан Суфрнер проснулся	4	109
Гальперин И. А. Заход солнца в зоне миража	3	88
Глазовский Н. Ф. Солевой баланс Каспийского моря	10	63
Глинозем из серицита	12	107
Давиденко Н. М., Городинский М. Е., Кащеева О. А., Кошман М. Е. Самородок золота в друзе горного хрусталя	10	101
Движение хребта Петра I	2	109
Движения земной коры	1	100
Девдариани А. С. Прием сигналов из геологического прошлого	2	20
Добровольский В. В. Равнина под микроскопом	6	47
Заморский А. Д. О наблюдении метеоролога И. А. Гальперина	3	90
Зоненшайн Л. П. Проблемы глобальной тектоники	11	15
Зуев В. Е. Лазерное зондирование атмосферы	10	86
Инфракрасный метод обнаружения разлома в коре	9	110
Ионные вакансии снижают симметрию кристаллов	6	96
Калганов М. И. Космическое железо на Земле?	7	64
Кац Я. Г., Соколов Б. А. Тектоника Урало-Монгольского складчатого пояса	7	109
Козлов В. В., Кузнецов Ю. Я., Сулиди-Кондратьев Е. Д. Глобальная тектоника Луны и Земли	10	21
Крашенинников В. А. 20-й рейс «Гломара Челленджера»	5	60
Кропоткин П. И. Новое о геологии Марса	11	88
Кристаллы циркона в осадочных породах	12	108
Куклин А. П. Электронно-вычислительная машина «читает» геологические карты	2	94
Магнитосферное свечение Земли	6	96
Механизм повторных толчков	11	97
Модель сейсмичности Австралии	2	110
Монин А. С., Шифрин К. С. Оптика и гидродинамика океана	12	66
Назирова М. «Синоптическая» геология	10	97
Никонов А. А. Современные движения земной коры	3	24
Новое о движениях в мантии Земли	10	111
Новый ниобиевый минерал	1	101
О времени зарождения жизни на Земле	11	97
Орлова А. В. Осадкообразование и климат	8	34
Осипов М. А. «Литейный пех» планеты	8	11
Особенности строения земной коры в Меланезии	2	110
Павловский Е. В. Мой учитель	4	25
Перельман А. И. Геохимия литосферы	1	20
Перельман А. И. Роль эпигенетических процессов	3	104
Перспективы использования термальных вод	1	100
Происхождение разлома Сан-Андреас	2	109
Пуцаровский Д. Ю. Секреты кристаллов	9	32
Пуцаровский Ю. М. Тихоокеанский рудный пояс	1	99
Пуцаровский Ю. М. Океаническая кора на континентах!	2	109
Пуцаровский Ю. М. Рельеф Марса	3	103
Пуцаровский Ю. М. Андрей Дмитриевич Архангельский	4	24

Пуцаровский Ю. М. «Континентальная» мантия в океанах	8	110
Ртуть в современных осадках Каспийского моря	12	108
Свечение апатита и геологический поиск	8	109
Семихатова Н. Б. Тектоническая карта Луны	1	96
Семихатова Н. Б. Рациональное использование земной коры	8	109
Соколов Б. Я., Кац Я. Г. I научная конференция по геологии шельфа	5	110
Соколов Б. Я., Кац Я. Г. Тектоника дна морей, океанов и островных дуг	10	111
Сухарев Г. М. Откачка нефти вызвала землетрясение	4	122
Толщина осадочного слоя — 16 км!	6	97
Трофимов В. С. Природные алмазы	3	60
Урановый «бум» в Австралии	6	95
Фаворская М. А. Прогноз месторождений полезных ископаемых	4	109
Флоренский П. В., Соловьева М. Н. Белый камень белокаменных соборов	9	48
Хром — спутник алмазов	6	95
Шварцев С. Л. Сероводород диагенетического происхождения	10	112
Шварцев С. Л. Всемирный форум геологов	11	96
Эволюция геохимических процессов	1	101
Юдович Я. Э. «Каменный лес» на воркутинской шахте	9	98

География. Метеорология

Андрианов Б. В. Прошлое и будущее земель древнего орошения	9	40
Анучин В. А. На гранях наук	4	82
Виноградов Ю. Б., Хонин Р. В. Искусственный сель	3	106
Глазовский Н. Ф. Солевой баланс Каспийского моря	10	68
Добровольский В. В. Равнина под микроскопом	6	47
Добродеев О. П. Ископаемые почвы — летопись природы	10	70
Довбыш Л. К. Следопыт Дальнего Востока	9	62
Загрязнение атмосферы приводит к потеплению	2	111
Закономерность движения ледников	12	108
Зимы становятся короче	1	102
Игнатьев Г. М. Фосфоритовый остров Науру	5	29
Ильичева Е. М., Шварева Ю. Н. Когда приходит и уходит зима	2	82
Ильичева Е. М., Шварева Ю. Н. Когда приходит и уходит весна	5	90
Ильичева Е. М., Шварева Ю. Н. Когда приходит и уходит лето	7	98
Ильичева Е. М., Шварева Ю. Н. Когда приходит и уходит осень	10	94
Киселев В. Н. Парадоксы мелиорации Белорусского Полесья	12	46
Клейнер Ю. М. Проблемы геоморфологии тропических стран	10	112
Климат и находки людей палеолита	1	102
Крупнейший оползень	7	109
Крючков В. В. Проблемы освоения Крайнего Севера	1	74
Курдюков В. С. Антропогенные оползни	3	96
Леонтьев О. К., Медведев В. С. Эволюция атоллов Тихого океана	9	80
Никонов А. А. Современные движения земной коры	3	24
Новый метод воздействия на осадки	10	112
Образование Панамского перешейка	3	105
Палеодемография Крыма	1	103
Прогноз снежных лавин	1	101

Прох Л. З. Коварна стихия Карпат	7	78
Проценко В. Ф. Пыльные бури на Юго-Востоке Европейской части СССР	7	102
Пульсирующие ледники	1	101
Томирдиаро С. В. Подземное оледенение Восточной Сибири	7	84
Фриш В. А. Торейский «эксперимент»	2	60
Халевицкий З. З. Грозный смерч в Тюбук	10	124
Черкасов П. А., Вилесов Е. Н. Ледовый запас Казахстана	11	24

Антропология. Демография. Археология. Этнография

Алпысбаев Х.. Малоизученные пещеры Казахстана	12	109
Арутюнов С. А., Чебоксаров Н. Н. Этнические процессы и информация	7	58
Бадер О. Н. Уникальная находка в Берелёхе. Художник рисовал с натуры	8	95
Волков-Дубровин В. П. Первые итоги советско-индийских антропологических исследований	12	108
Гумилев Л. Н. Изменения климата и миграции кочевников	4	44
Каменный век — сегодня	4	111
Массон В. М. Астрономические наскальные рисунки Армении	3	108
Матюхин А. Е. Архантроп или Homo sapiens?	5	111
Мозгу человека — 2100 лет	8	108
Новая мастерская эпохи ранней бронзы	3	107
Открытия на Чайенго-Тепеси	4	110
Плотность населения в неолите	12	109
Покшишевский В. В. Новая историческая общность — советский народ	12	60
Рогинский Я. Я. Можно ли связать строение тела с характером?	2	52
Сергин В. Я. Самое древнее жилище на Земле	11	99
Туманян Б. Е. Астрономические наскальные рисунки Армении	3	107
Флинт В. Е. Уникальная находка в Берелёхе. Древность или современность?	8	94
Фролов Б. А. «Магическая» семерка	5	52
Шишкин И. Б. Пути неолитической революции	2	111
Шишкин И. Б. Раскопки Аржана — царского кургана в Туве	9	112
Шишкин И. Б. Моделирование первобытной технологии	11	98

Охрана природы

Бей-Биенко Г. Я. Мир насекомых и охрана природы	11	32
Банников А. Г. «Красная Книга» природы	4	94
Банников А. Г. Тигр под угрозой исчезновения	7	108
Банников А. Г. Камарг — край розовых фламинго и белых лошадей	8	68
Банников А. Г. Численность бухарского оленя возросла	10	110
Беличенко Ю. П. Международный контроль за загрязнением моря	6	97
Верховный Совет СССР об охране природы	12	101
Дмитриев В. Д. Кобра	8	124
Жирнов Л. В. Красный волк	5	124
Золотая медаль Всемирного фонда охраны дикой природы	9	114
Кацура А. В. Человек и природная среда	4	110
Кречетов Вл. Сохранить ресурсы океанов	3	106
Крючков В. В. Самые северные леса на Земле	12	93

Лобанов Н. В., Треус В. Д. «Служба выживания» в Аскании-Нова	9	88
Мамаев Ю. Ф., Макеев В. М., Карасева С. Е. Нужен заповедник в Копет-Даге	9	94
Международная конвенция о перевозках диких животных	2	112
Мероприятия по охране природы в союзных республиках	12	101
Мириманян Х. П. Первая сессия горного комитета МСОП в Советском Союзе	3	106
Ничипорович А. А. Фотосинтез и биосфера	6	9
Паршенков С. А. Технологии и охрана среды	2	46
Русанов Г. М. Искусственные гнезда для крякв	2	96
Скворцов А. К. Кодекс поведения в отношении диких растений	2	112
Скворцов В. Д. Человек и дикий олень на Таймыре	3	98
Соков А. И. Снежный барс	4	122
Тимофеева А. А. Пернатые острова Ионы	12	72
Успенский С. М. Моржи — исполины арктических вод	12	77
Установление контроля за чистотой Великих озер	3	107
Флинт В. Е. Навду	6	108
Хрущов Н. А. Экономические основы охраны недр	2	2
Шишкин И. Б. Перепись тигров в Индии	5	109
Яблоков А. В. Замечательный морской зверь — морж	12	82

Книги

Абрамов Л. С. Популярное географическое описание нашей Родины (Советский Союз. Географическое описание в 22 томах)	12	112
Александров П. С. Мысли о научном творчестве (Ж. Адамар. Исследование психологии процесса изобретения в области математики)	1	110
Алисов Б. П., Малиновский А. А., Смирнова Е. Д. Одна из первых книг по экологии человека (Н. А. Давилова. Природа и наше здоровье)	6	98
Арманд А. Д. География в моделях (Модели в географии)	5	114
Артемьев Г. В., Киселев В. Е. Эволюция самых многочисленных животных (М. С. Гиляров. Закономерности приспособлений членистоногих к жизни на суше)	4	118
Башин М. Л. Об организации советской физиологической науки (К. А. Ланге. Организация управления научными исследованиями)	5	113
Величко Ф. К. Кто же такой Бейльштейн? (Л. А. Шмулевич, Ю. С. Мусабеков. Федор Федорович Бейльштейн)	8	118
Высоцкий Б. П., Высоцкий Р. А. Человек и Земля (А. Ленюкова. Окальцованная Земля)	1	116
Гуревич И. И. Для тех, кто интересуется глубинами физики (Е. Вигнер. Этюды о симметрии)	9	117
Давытая Ф. Ф. Полвека спустя (М. И. Будыко. Климат и жизнь)	8	117
Добротин Р. Б. Интересный труд по истории химии (Ю. С. Соловьев. Эволюция основных теоретических проблем химии)	10	118
Ивашин М. В. Все о кашалоте (А. А. Берзин. Кашалот)	1	115
Капица С. П. Необходим современный курс физики (Берклиевский курс физики)	6	100
Кривомазов А. Н. Сложный путь Вильяма		

Рамзая (Ю. И. Соловьев, Л. П. Петров. Вильям Рамзай)	5	117
Крушинский Л. В. Об охотничьем собаководстве и одной опасной тенденции. (Охотничье собаководство в СССР)	9	123
Кузнецов Б. И. На каком языке говорил Homo sapiens в эпоху палеолита? (В. М. Иллич-Свитич. Опыт сравнения ностратических языков)	7	120
Куцов В. И., Пирожков В. В., Шейкин В. А. Мыслители прошлого о математике XX века (А. Реньи. Диалоги о математике. Письма о вероятности)	2	114
Курсанов Г. А. Рационализм и его эволюция (Б. Г. Кузнецов. Разум и бытие. Этюды о классическом рационализме и неклассической науке)	7	114
Лебедев Д. В. О наследовании приобретенных признаков в последний раз... (Л. Я. Бляхер. Проблема наследования приобретенных признаков. История априорных и эмпирических попыток ее решения)	2	118
Лихтенштейн Е. С. Научные достижения советских республик (Сб. «Наука Союза ССР»)	12	111
Локтев Н. Н. Новый резерв урожайности (И. Н. Баскаченко. Подземные воды и урожай)	2	121
Максимов В. Н. Математическая статистика и разочарования экспериментаторов (В. В. Налимов. Теория эксперимента)	4	113
Малиновский А. А. Размышления о судьбе науки (Е. Вигнер. Этюды о симметрии)	9	121
Марков К. К. Новый синтез геоморфологии (А. Е. Кривошук. Жизнь земной поверхности)	6	102
Махлин М. Д. О «нежных питонах» и «мыслители-бунтари» (А. М. Низова. Великий учитель — природа)	6	103
Овчинников Н. Ф. Поиски структуры научного знания (Е. Вигнер. Этюды о симметрии)	9	119
Пуцаровский Ю. М. Удачное обобщение сведений о Гондване (М. Г. Равич. Загадки Гондваны)	6	102
Пуцаровский Ю. М. Поиск нужно продолжить (Океан)	7	116
Рустамов А. К. Заметное событие в изучении живой природы Средней Азии (Т. З. Захидов, Р. Н. Мекленбурцев. Природа и животный мир Средней Азии)	9	116
Свет Я. М. Русская география за тысячу лет (Д. М. Лебедев, В. А. Есаков. Русские географические открытия и исследования)	3	110
Степанов Н. И., Бух Л. А. Последняя книга Рудольфа Карнапа (Рудольф Карнап. Философские основания физики)	1	112
Степанов С. А. Энциклопедии союзных республик	11	100
Стрелков А. А., Тер-Минасян М. Е., Гуреев А. А. О серии «Жизнь животных» (Жизнь животных, т. 1—6)	11	101
Урманцев Ю. А. Ошибки и противоречия одной брошюры (В. Б. Касинов. О симметрии в биологии)	5	119
Файнберг В. Я. О научных трудах Нильса Бора (Нильс Бор. Избранные научные труды в двух томах)	8	112
Френкель В. Я. Еще одна книга о периоде «бури и натиска» (Б. Клайн. В поисках)	4	116
Хаин В. Е. Большая удача азербайджанских геологов (А. А. Якубов, А. А. Алпазиде, М. М. Зейналов. Атлас грязевых вулканов Азербайджанской ССР)	10	114

Черниговский В. Н. Вечно старая и новая проблема (Ганс Селье. На уровне целого организма)	10	115
Шишкин И. Б. Жизнь и путешествия Хейердала (Арнольд Якоби. Сеньор Кон-Тики)	3	114
Шрейдер Ю. А. Второе открытие Гёте (И. И. Канаев. Гёте как естествоиспытатель)	3	112
Яблоков А. В. Теория эволюции для миллионов (Джудитан Хаксли. Удивительный мир эволюции)	2	120

Редакционная почта

Бахур В. Т. Жизнь — без сна	5	125
Буч Т. Г. Как семена растений чувствуют «верх — низ»?	7	127
Валаяев Б. М. Об утонувших вулканах	1	123
Вестицкий М. Б. Выпадает ли град ночью?	3	123
Вестицкий М. Б. Как образуются смерчи	7	126
Галицкий В. М. Почему нейтрон не включен в таблицу химических элементов	8	126
Громов В. И. С натуры, — но не с живой!	9	126
Дагаев М. М. О счете столетий	3	122
Долгушин М. Ю. О «продольных» и «поперечных» реках	4	125
Зоткин И. Т. Ледяной метеорит?	9	127
Кувшинова К. В. Становится ли в Москве холоднее?	6	109
Кутюрин В. М. Существует ли «электронное» испарение воды растениями?	2	126
Лисицына Г. Н., Банников А. Г. Леопард? Нет, гепард!	3	123
Михайлов А. С. Легче ли фотон в среде?	8	127
Назирова М. «Свадебные ожерелья» из паутины	8	125
Нейфах А. А. Существуют ли анти-ДНК?	10	126
Николаев А. Б. Защита «пчелиного города»	9	126
Покровский Г. И. О проекте «Искусственное Солнце»	1	122
Покровский Г. И. Можно ли усилить лунный свет	8	125
Покровский Г. И. Письмо в редакцию	11	110
Швецов П. Ф. Вечной ли будет вечная мерзлота?	10	127
Яблоков А. В. Почему не может быть возрожден мамонт	2	127

В конце номера

Варденга Г. Л. «Копенгагенский Фауст»	3	124
Величко Ф. К. Непризнанный Демзельбен	2	128
Величко Ф. К. «Малой вселенной большие чудеса»	5	127
Величко Ф. К. В дремучем лесу названий	11	111
Вельк Э. По поручению ганноверских собак	10	128
Леж С. Е. Непричесанные мысли	7	128
Соколин Х. Г. Творческий потенциал ученого, или так приходит успех	1	128
Хейн П. Груки	6	111
Хейн П. Груки	8	128
Хейн П. Груки	9	128
Шамшурин А. А. Научная информация в «чистом виде»...	4	127

Некролог

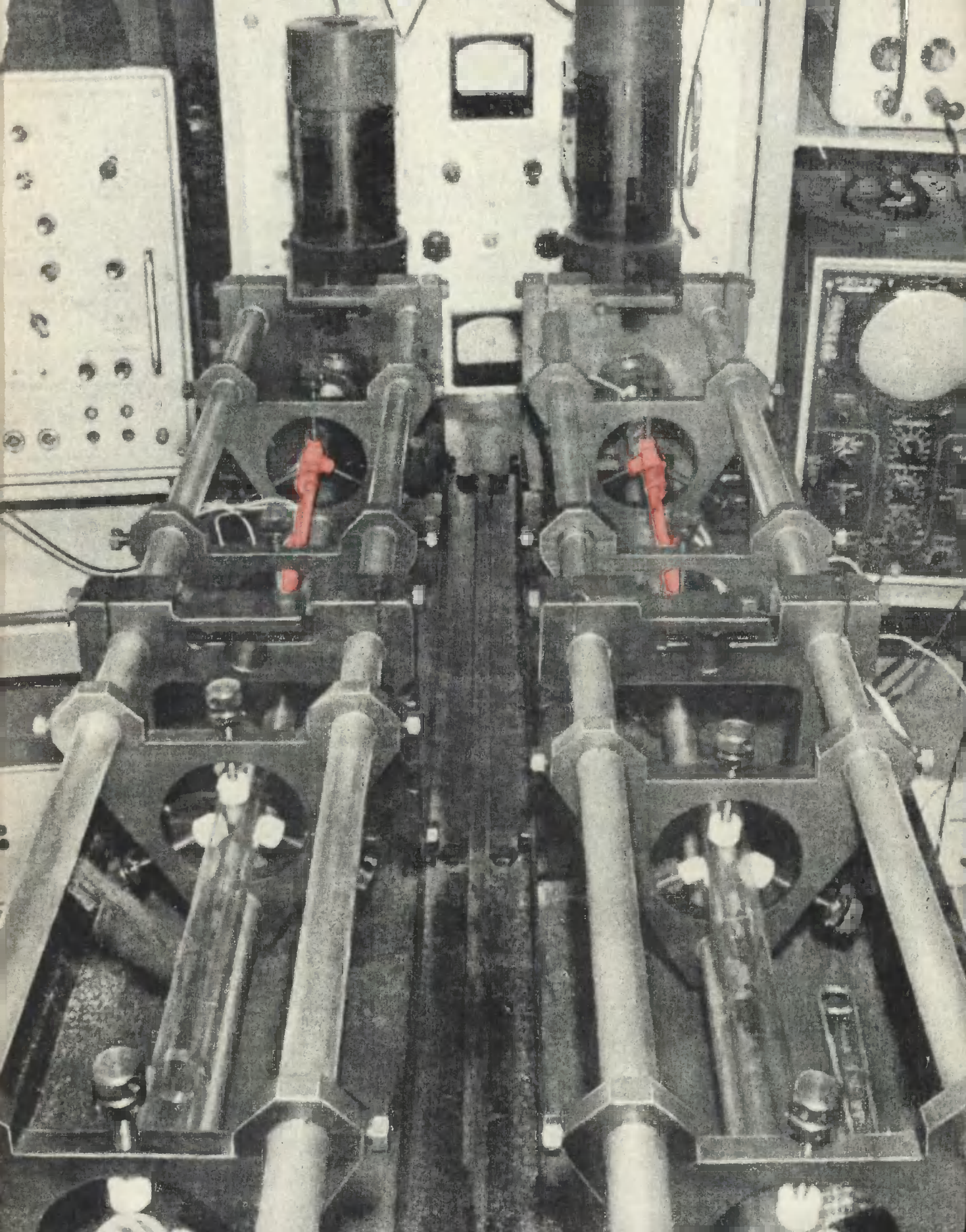
Лебедев Д. В. Памяти В. П. Савича	8	111
--	---	-----

Авторский указатель журнала «Природа» 1972 г.

- Абрамов Л. С. 12
Абрамян А. А. см. Адамян М. С.
Аваков Г. С. 11 81
Агаджанян Н. А. 8 50; 11 98
Адамян М. С. 2 125
Адрианов О. С. 6 40
Айзатуллин Т. А. 9 101
Акиншина Г. Т. см. Засухин Д. Н.
Александров П. С. 1 110
Алексеев М. Н. 12 107
Алисов Б. П. 7 98
Алиханьян А. И. 12 19
Альвен Х. 7 11
Амбарцумян В. А. 7 2
Андреанов Б. В. 9 40
Анучин В. А. 4 82
Арабаджи В. И. 6 106; 7 124
Арманд А. Д. 5 114
Артемьев Г. В. 4 118
Арутюнов С. А. 7 58
Архинов Р. Г. см. Верещагин Л. Ф.
Арцимович Л. А. 9 2
Астауров Б. Л. 5 16; 7 48
Астаурова О. Б. 12 105
Ахметьев М. А. 3 33
- Бабков В. В. 12 105
Бабский Е. Б. 11 66
Бадер О. Н. 8 95
Банников А. Г. 1 121; 3 123; 4 94;
7 108; 8 68; 10 110
Баранов А. С. 9 109
Баргхорн Э. 5 77
Басов В. Г. 12 10
Батурин Г. Н. 1 102
Бахур В. Т. 5 125
Башин М. Л. 5 113
Бей-Бенко Г. Я. 11 32
Беленов Э. М. 5 104; 10 104; 12 10
Беличенко Ю. П. 6 97
Белостоцкий И. И. 6 77
Беляев Е. А. 8 91
Беляевский Н. А. 4 32
- Берсенева Н. И. 12 52
Бисноватый-Коган Г. С. 6 24
Блинова К. Ф. 3 82
Борисевич Н. А. 11 8
Борисов А. А. См. Беляевский Н. А.
Борисов В. И. См. Баранов А. С.
Боровкова Е. В. 3 119
Брагин Ю. А. 8 42
Бреслер С. Е. 1 27
Буч Т. Г. 7 127
Бух Л. А. 1 112
- Вакулов Н. В. См. Григоров Н. Л.
Валяев Б. М. 1 123
Варденга Г. Л. 3 124
Вебель А. Ж. 10 99
Вегель Б. 3 50
Величко В. К. 2 128; 8 118; 5 127;
11 111
Вельк З. 10 128
Верещагин Л. Ф. 2 9
Веселовский И. С. 8 105
Вестицкий М. Б. 3 123; 7 126
Викторов А. М. 11 97
Вилесов Е. Н. См. Черкасов П. А.
Виноградов А. П. 8 2
Виноградов Ю. Б. 3 106
Вистинь Л. К. См. Чистяков И. Г.
Возжинская В. Б. 2 40
Войтович В. С. 4 124
Волков-Дубровин В. П. 12 108
Волков М. В. См. Поляков В. А.
Вольковский Б. С. 6 34
Волькенштейн Ф. Ф. 1 40
Воронцов Н. Н. 3 74
Высоцкий Б. П. 1 116
Высоцкий Р. А. См. Высоцкий Б. П.
- Габов А. И. См. Логинов Б. В.
Гайсинович А. Е. 4 104
Галактионов В. Г. 10 77
Галицкий В. М. 8 126
- Гальперин И. А. 3 88
Гегузин Я. Е. 8 74
Гейзенберг В. 5 84
Георгиев Г. П. 4 64
Герре В. 5 95
Гителъзон И. И. 12 106
Глазовский Н. Ф. 10 63
Горелов Ю. К. См. Воронцов Н. Н.
Городинский М. Е. См. Давиденко
Н. М.
Гречишкин В. С. 11 84
Григоров Н. Л. 10 29
Громов В. И. 9 126
Гумилев Л. Н. 4 44
Гурвич Л. В. 1 107
Гуревич И. И. 9 117
Гуреев А. А. См. Стрелков А. А.
- Давитая Ф. Ф. 8 117
Дагаев М. М. 1 125; 3 122; 6 106; 12 104
Давиденко Н. М. 10 101
Данилов В. С. 10 109; 11 93
Данин Д. 4 87
Даревский И. С. 8 107
Девдардани А. С. 2 20
Делоне Б. Н. 5 94
Дибай Э. А. 1 11
Дирак П. 3 68
Дмитриев В. Д. 8 124
Дмитриев М. Т. 2 13
Добровольский В. В. 6 47
Добродеев О. П. 10 70
Добротин Н. А. 8 28
Добротин Р. Б. 10 118
Довбыш Л. К. 9 62
Долгушин И. Ю. 4 125
Дроздов Н. Н. 2 124; 6 107
Дуженков В. И. 11 2
Духовской Е. А. 1 83
- Елкин К. Ф. 2 92
Еськов Е. К. 2 98

- Жирнов Л. В. 5 124
- Заморский А. Д. 3 90
Засухин Д. Н. 9 18
Звержановский М. И. 8 123
Зельдович Я. Б. 4 28
Зоненшайн Л. П. 11 15
Зоткин И. Т. 9 127
Зуев В. Е. 10 86
- Иванчук П. Н. 11 54
Иващенко А. И. 7 110
Ивашин М. В. 1 115
Игнатьев Г. М. 5 29
Ильичев В. Д. 1 72; 5 103
Ильичева Е. М. 2 82; 5 90; 7 98; 10 94
- Ийэвээр М. М. см. Эйнасто Я. Э.
- Кадомцев Б. Б. 5 7
Казаков Б. А. 3 86
Казарян Г. В. См. Адамян М. С.
Калганов М. И. 7 64
Капица С. П. 6 100
Карасева С. Е. 9 94
Карпухин И. П. 8 124
Кац Я. Г. 5 110; 7 109
Кацура А. В. 4 110
Кашеева О. А. См. Давитая Н. М.
Кедров Б. М. 3 2
Кендал Г. 7 92
Киреев В. А. См. Даревский И. С.
Киршенблат Я. Д. 2 9
Киселев В. Е. См. Артемьев Г. В.
Киселев В. Н. 12 46
Класен И. 3 92
Клейнер Ю. М. 10 112
Коваль И. К. 4 2
Ковда В. А. 1 47
Кожевников В. С. 4 96
Козлов В. В. 10 21
Колесников Ч. М. 2 101
Кольцов А. В. 10 2
Кордэ К. Б. 5 83
Корец М. А. 4 102; 6 91
Корж В. Д. 8 57
Коробицына К. В. См. Воронцов Н. Н.
Кочетков Н. К. 3 58; 7 68
Кошелев Е. Л. 2 105
Кошман М. Е. См. Давиденко Н. М.
Крамаровский Я. М. 4 46
Крашенинников В. А. 5 60
Кречетов Вл. 3 106
Кривомазов А. Н. 5 117
Крик Ф. 4 65
- Кропоткин П. Н. 11 88
Крупин В. Д. 9 108
Крушинский Л. В. 9 123
Крючков В. В. 1 74; 12 93
Кувшинова К. В. 6 109
Кузнецов Б. И. 7 120
Кузнецов Ю. Я. См. Козлов В. В.
Куклин А. П. 2 94
Кулиев А. З. 12 104
Купцов В. И. 2 114
Курдяков В. С. 3 96
Курсанов Г. А. 7 114; 10 37
Курсуноглу Б. 3 67
Курт В. Г. 5 13
Кутюрин В. М. 2 126
- Лазарев Н. И. 1 105
Лебедев Д. В. 2 118; 8 111
Леонтьев О. К. 9 80
Лец С. Е. 7 128
Лисицына Т. Ю. 7 108
Лихтенштейн Е. С. 12 111
Лобанов Н. В. 9 88; 10 125
Логинов Б. В. 1 87
Локтев Н. Н. 2 121
- Макеев В. М. См. Мамаев Ю. Ф.
Малиновский А. А. 3 42; 6 98; 9 117
Максимов В. Н. 4 113
Мамаев Ю. Ф. 9 94
Манькин Э. А. 1 95; 6 91
Мариковский П. И. 8 84
Марков К. К. 6 102
Маров М. Я. 10 9
Марти Ю. Ю. 12 28
Массон В. М. См. Б. Е. Туманян
Матюхин А. Е. 5 111
Махлин М. Д. 6 103
Медведев В. С. См. Леонтьев О. К.
Меркулова К. И. См. Батурин Г. Н.
Месяц Г. А. 6 78
Микулинский С. Р. 1 58
Мириманян Х. П. 3 106
Михайлов А. С. 8 127
Михняк Н. К. 3 120
Мокшевский О. Б. 8 80
Молодкина Л. Н. См. Адрианов О. С.
Монин А. С. 12 66
- Надлер Ч. Ф. См. Воронцов Н. Н.
Назирова М. См. Айзатуллин Т. А.
Наумов Д. В. 10 43
Нейфах А. А. 10 126
Никитин В. А. 9 10
Никитин С. А. 4 100; 5 106; 6 88; 8 101; 11 90; 12 102
- Николаев А. Б. 9 126
Николаев Г. А. См. Поляков В. А.
Никонов А. А. 2 24
Новик И. Б. 9 5
Новиков И. Д. См. Зельдович Я. Б.
- Обозов А. Н. 10 9
Овчинников Н. Ф. 9 117
Одинцова Е. Н. 12 96
Орел В. 5 67
Орлова А. В. 8 34
Осинов М. А. 8 11
Остроумов С. А. 2 108
- Павловский Е. В. 4 25
Панов М. А. См. Лазарев Н. И.
Пановский В. См. Кендал Г.
Парин Н. В. 7 111
Паршенков С. А. 2 46
Перельман А. И. 1 20; 3 104
Подгурская А. Д. 11 109
Подгурский В. Т. См. Подгурская А. Д.
Пирожков В. В. См. Купцов В. И.
Покровский Г. И. 1 122; 8 125; 11 110
Покшишевский В. В. 12 60
Полосухина Н. С. 11 91
Поляков В. А. 12 40
Поплавский А. А. См. Иващенко А. И.
Попов А. С. 9 79; 12 106
Портнов А. М. 10 102
Прасолов В. С. 11 95
Проник И. И. 6 90
Прох Л. З. 7 78
Проценко В. Ф. 7 102
Псковский Ю. П. 8 98; 10 105
Пуца Н. М. 6 85
Пушаровский Д. Ю. 9 32
Пушаровский Ю. М. 1 99; 2 109; 4 24; 6 102; 7 116; 8 110
- Райков И. Б. 4 14
Расницын А. П. 6 94
Расс Т. С. 10 110
Рафес П. М. 5 36
Резников А. Е. 11 60
Рзаев П. Ф. См. Кулиев А. З.
Рогинский Я. Я. 2 52
Родный Н. И. 12 84
Рокицкий П. Ф. 7 24
Русанов Г. М. 2 96
Рустамов А. К. 4 123; 9 115
Рыбка Е. 3 94

- Савенко В. С. См. Корж В. Д.
 Саврин В. И. 2 89
 Самойлов В. И. См. Лазарев Н. И.
 Самсонов Л. В. 8 103
 Сапожников См. Воронцов Н. Н.
 Сахаров Д. А. 10 52; 10 109
 Свет Я. М. 3 110
 Сдобников В. М. 11 86
 Семихатова Н. Б. 8 109
 Сент-Дьердьи А. 1 56
 Сергин В. Я. 11 99
 Сёке П. 5 101
 Сиборг Г. 2 33
 Силин А. А. См. Духовской Е. А.
 Силкин Б. И. См. Вольвовский Б. С.
 Синюхин А. М. 11 40
 Скворцов А. К. 2 112
 Скробов В. Д. 3 98
 Смирнова Е. Д. См. Алисов Б. П.
 Соков А. И. 4 122
 Соколин Х. Г. 1 128
 Соколов Б. А. 5 110; 7 109; 10 111
 Соловьев В. А. 7 125
 Соловьева М. Н. См. Флоренский П. В.
 Сороко Л. М. 1 104
 Станюкович А. К. 3 120
 Стеклов В. Ю. 4 10
 Стекольников Л. И. 1 98; 2 106; 5 107; 8 106; 9 107; 10 107; 11 96
 Степанов Н. И. 1 112
 Степанова С. А. 11 100
 Стрелков А. А. 11 101
 Струнников В. А. 7 36
 Сулиди-Кондратьев Е. Д. См. Козлов В. В.
 Сухарев Г. М. 4 122
 Суховская Л. И. 1 99
 Сыровежко Н. В. См. Блинова К. Ф. 3 82
 Сюняев Р. А. 4 69
- Тарасов Л. С. 7 102
 Тарвердиев Я. Г. Кулиев А. З. 12
 Темин Г. 9 68
 Тер-Минасян М. Е. См. Стрелков А. А.
 Тильке Г. 1 64
 Тимофеева А. А. 12 72
 Томирдзаро С. В. 7 84
 Треус В. Д. См. Лобанов Н. В.
 Трофимов В. С. 3 60
 Туманян Б. Е. 3 107
- Уралов П. И. См. Батурин Г. Н.
 Урманцев Ю. А. 5 119
 Урсул А. Д. 5 2
 Успенский С. М. 12 77
- Фаворская М. А. 4 109
 Файнберг В. Я. 8 112
 Федоров А. С. 12 2
 Федосеев П. Н. 6 2
 Федьинский В. В. См. Белявский Н. А.
 Флеров Г. Н. 9 56
 Флинт В. Е. 6 108; 8 94
 Флоренский П. В. 9 48
 Франк И. М. 9 24
 Франк-Каменецкий М. Д. 1 97; 4 106
 Френкель В. Я. 4 116
 Фриш В. А. 2 60
 Фролов Б. А. 5 52
 Фролов И. Т. 1 2
- Хаин В. Е. 10 114
 Халевицкий З. 3; 10 124
 Хейн П. 6 111; 8 128; 9 128
 Хесин Р. Б. 8 16
 Ходель В. А. 8 104
 Хомизаури Н. И. 6 95
 Хонин Р. В. См. Виноградов Ю. Б.
 Хофман Р. См. Воронцов Н. Н.
 Хрущов Н. А. 2 2
- Цимен Э. См. Герре В.
- Чебоксаров Н. Н. См. Арутюнов С. А.
 Черкасов П. А. 11 24
 Черниговский В. Н. 10 115
 Чечев В. П. См. Крамаровский Я. М.
 Чистяков И. Г. 2 76
- Шамурин В. Ф. 8 96
 Шамшурин А. А. 4 53; 4 108; 4 127
 Шапиро И. М. 5 20
 Шварев В. В. См. Духовской Е. А.
 Шварева Ю. Н. См. Ильичева Е. М.
 Шварцев С. Л. 10 112; 11 96
 Швецов П. Ф. 10 127
 Шевченко Ю. В. 9 106
 Шейкин В. А. См. Купцов В. И. 2 114
 Шейнин Ю. М. 7 15
 Шер А. В. 5 109
 Шифрин К. С. См. Монин А. С.
 Шишкин Е. М. См. Гречишкин В. С.
 Шишкин И. Б. 2 111; 3 101; 3 114; 7 111; 9 112; 11 98
 Шлапкаукайте Г. См. Одинцова Е. Н.
 Шрейдер Ю. А. 3 112; 6 66
- Эйнасто Я. Э. 11 70
 Энгельгардт В. А. 6 56
 Эргашев Н. 5 123
- Юдович Я. Э. 9 98
- Яблоков А. В. 1 99; 2 120; 2 127; 9 109; 12 82
 Языкова И. М. 3 86
 Якоби В. Э. 3 94
 Яковлев Г. П. См. Блинова К. Ф.



Цена 50 коп.
Индекс 70707

