

ПРИРОДА



АПРЕЛЬ

1955



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ПРИРОДА

АПРЕЛЬ

4

1955

ГОД ИЗДАНИЯ СОРОК ЧЕТВЕРТЫЙ

ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ ПОПУЛЯРНЫЙ
ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
АКАДЕМИИ НАУК СССР



ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР
АКАДЕМИК О. Ю. ШМИДТ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА Д. М. ТРОШИН

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик А. Е. АРБУЗОВ (*химия*), академик К. М. БЫКОВ (*физиология*), академик А. П. ВИНОГРАДОВ (*геохимия*), академик И. П. ГЕРАСИМОВ (*география*), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (*зоология и паразитология*), академик В. Н. СУКАЧЕВ (*ботаника*), академик А. М. ТЕРПИГОРЕВ (*техника*), академик Н. В. ЦИЦИН (*сельские хозяйства*), академик Д. И. ЩЕРБАКОВ (*геология*), член-корреспондент Академии наук СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (*математика*), член-корреспондент Академии наук СССР Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (*океанология*), член-корреспондент Академии наук СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (*микробиология*), член-корреспондент Академии наук СССР Б. В. НЕКРАСОВ (*химия*), член-корреспондент Академии наук СССР Н. И. НУЖДИН (*биология*), член-корреспондент Академии наук СССР А. И. ШАЛЬНИКОВ (*физика*), доктор биологических наук И. А. ЕФРЕМОВ (*палеонтология*), доктор физико-математических наук Б. В. КУКАРКИН (*астрономия*), доктор физико-математических наук К. К. МАРДЖАНИШВИЛИ (*математика*)
А. И. НАЗАРОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

<i>Академик Г. М. Кржижановский</i> ЛЕНИН И НАУКА	3
<i>Профессор М. Б. Нейман</i> АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ МИРНЫХ ЦЕЛЕЙ	9
<i>Профессор К. К. Марджанишвили</i> ПРОСТЫЕ ЧИСЛА	24
<i>В. Н. Кунин</i> КАРА-КУМСКИЙ КАНАЛ	29
<i>Профессор С. Р. Сергиенко</i> НЕФТЬ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ	41
<i>Л. А. Зильбер</i> ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРИРОДЫ РАКА	51

ВСЕСОЮЗНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ВЫСТАВКА

<i>Н. Я. Авдеев.</i> Охота и звероводство	61
---	----

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

<i>А. Г. Масевич.</i> Нестационарные звезды и их роль в космогонии	68
--	----

В ИНСТИТУТАХ И ЛАБОРАТОРИЯХ

<i>Профессор Н. А. Дроздов.</i> Продвижение кукурузы на север	72
<i>Г. Г. Мартинсон.</i> Озерные бассейны геологического прошлого Азии и их фауна	78

НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

<i>Академик Г. Наджакоев.</i> Физический институт Болгарской Академии наук	83
--	----

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

Б. Ю. Левин, Ю. К. Гулак, А. Ф. Скоробогатко, В. П. Зеленцов. Яркий болид (86). *И. М. Копылов.* Большой рефлектор Крымской астрофизической обсерватории (87). *М. Я. Школьник.* Биологическая роль бора (89). *М. И. Суббота.* Происхождение углеводородных нефтяных газов (94). *С. П. Родионов.* Украинский кристаллический массив (97). *В. М. Боровский.* Окпаны (100). *Профессор Г. А. Максимович, К. А. Горбунова.* Мерзлотные бугры в Молотовской области (102). *В. М. Коновалов.* Трускавец (103). *Н. О. Оленев.* О фитонцидах черемухи (105). *Профессор П. Г. Адеришин.* Новый способ повышения плодородия почв севера (106). *И. В. Цицугин.* Рибину — в плодовые сады (108). *Профессор В. В. Яхонтов.* Новый метод прогноза размножения тлей (110). *Е. Ф. Никишина.* О приспособляемости животных к условиям пересыхающих водоемов (111). *В. Е. Флинт.* Суточная активность птиц на литорали (113). *Н. М. Яновская.* Находки бронзотериев в СССР (114).

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

Г. Г. Воробьев. Тенардит—пищевая соль (116). *А. Н. Карпов.* Дрейфующие разряды молнии (116). *В. В. Добровольский.* Устранение последствий карста (117). *А. Н. Сухинин.* Черный аист в Туркмении (117). *Н. Н. Карлов, А. И. Кравченко.* Новое местонахождение вулканического пепла в Днепропетровске (118). *Профессор Н. В. Шарлемань.* О лесах Украины (119). *С. А. Лысак.* Оригинальная форма ишенично-ржаного гибрида (120).

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

<i>Профессор В. И. Полянский.</i> Достижения советской ботаники	121
<i>Т. Н. Гагина.</i> Пернатые Якутии	124
<i>Академик В. А. Обручев.</i> Интересные маршруты путешествий по Сибири	125

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

<i>Л. С. Абрамов.</i> О природе поющих песков	127
---	-----



В. И. ЛЕНИН

ЛЕНИН И НАУКА

Академик Г. М. Кржижановский



Дооктябрьская Россия была одной из экономически отсталых стран Европы. Пережитки крепостничества, гнет царского самодержавия, недуги капитализма, первобытный строй крестьянской жизни — все это тормозило развитие страны. Но на суровых просторах Севера и Востока Евразии веками слагался и жил в непрестанной и жестокой борьбе со стихиями природы и со стихиями громадных враждебных людских масс мощный народ, отныне не бессильно покорный одним только темным силам прошлого. Из мрака этого прошлого он бережно донес и сохранил в памяти мира ряд блестящих достижений и немеркнущих имен.

Об этом красноречиво свидетельствуют запечатленные на скрижалях истории подвиги русского народа в битвах и с дикими кочевниками востока и с немецкими псами-«рыцарями», с феодалами Европы и с полчищами Наполеона, говорившими на «двухнадесяти языках». Об этом же говорит и блестящая плеяда великих художников, композиторов, литераторов, представителей самых разнообразных искусств, равно как и плеяда великих ученых России.

Наконец, и сам русский язык — могучий и многогранный, гибкий и образный — разве не говорит он по-своему о мощи и величии создавшего его народа?

И, однако, для того чтобы вскрыть в этом народе необъятные возможности для само-

стоятельного, невиданного по своим темпам движения вперед, для того чтобы сплотить эту семью народов под знаменем марксизма и превратить ее в несокрушимую цитадель мирового прогресса, — для этого нужна была героическая пролетарская партия, созданная и возглавляемая подлинным гением.

Один из наиболее страстных борцов за революционно-демократическое преобразование основ нашей народной жизни и один из благороднейших умов нашей Родины, В. Г. Белинский дал в свое время превосходное определение гениальности. Он писал:

«Гений всегда открывает своими творениями новый, никому до него неизвестный, никем не подозреваемый мир действительности... Имя гения — миллион, потому что в груди своей носит он страдания, радости, надежды и стремления миллионов. И вот в чем заключается *всеобщность* его: идей и идеалов: они касаются всех, они всем нужны, они существуют не для избранных, не для того или другого сословия, но для целого народа, а через него и для всего человечества»¹.

Рукою мастера здесь намечены три решающих момента гениальности: во-первых, особая, присущая гению сила вскрытия тайников

¹ В. Г. Белинский, Соч., Гос. изд-во художественной литературы, т. III, 1948, стр. 130—131.

жизни; во-вторых, нерушимая связь его с жизнью народных масс; в-третьих, всеобщность этой связи, роднящая гения со всем человечеством.

Вдумайтесь в эти положения и вы невольно будете поражены, с какой глубиной и силой в этих строках Белинский пророчески охарактеризовал облик Ленина. В этом нетрудно убедиться, останавливаясь на любой из основных черт великой жизни Владимира Ильича.

Тема «Ленин и наука» необычайно трудна, и для того, чтобы осветить ее, надо было бы написать не один трактат. В настоящей статье мы ставим перед собой скромную задачу — дать лишь несколько штрихов, позволяющих представить себе величие Ленина как гения науки.

Достаточно даже беглого знакомства с научными работами Владимира Ильича Ленина, чтобы увидеть ясное проникновение в факты, умение исследовать сложные взаимоотношения и предвидеть вытекающие из них последствия. Все эти черты воплощены в таком концентрате, когда количество превращается в качество и притом совсем особого порядка, когда вы смело можете констатировать, что перед вами не просто человек науки, а — гений.

О научном методе и правильном подходе к фактам Ленин говорит со свойственной ему определенностью. Вот его наказ работникам науки:

«Чтобы действительно знать предмет, надо охватить, изучить все его стороны, все связи и «опосредствования». Мы никогда не достигнем этого полностью, но требование всесторонности предостережет нас от ошибок и от омертвления. Это во-1-х. Во-2-х, диалектическая логика требует, чтобы брать предмет в его развитии, «самодвижении»..., изменении... В-3-х, вся человеческая практика должна войти в полное «определение» предмета и как критерий истины и как практический определитель связи предмета с тем, что нужно человеку. В-4-х, диалектическая логика учит, что «абстрактной истины нет, истина всегда конкретна»...»¹.

И в своих научных работах Ленин сам строго следовал этому своему научному наказу.

Научное творчество Ленина закреплено

в его громадном литературном наследстве, во всем исключительном примере его личного жизненного пути и в том великом наследии, которое завещано им человечеству под знаменательными понятиями:

Союз Советских Социалистических Республик и Коммунистическая партия Советского Союза.

Это он, Ленин, всматриваясь в тернистый путь революционных демократов России, решительно провозгласил, что мученичество их отнюдь не тщетно, что ценой невероятных жертв и мучительных исканий они нащупали правильные пути для научного понимания действительности, для уразумения источников общественных перемен. Кому из нас не памяты вещи слова Ленина:

«В течение около полувека, примерно с 40-х и до 90-х годов прошлого века, передовая мысль в России, под гнетом невиданно дикого и реакционного паризма, жадно искала правильной революционной теории, следя с удивительным усердием и тщательностью за всяким и каждым «последним словом» Европы и Америки в этой области. Марксизм, как единственно правильную революционную теорию, Россия поистине *выстрадала* полувековой историей неслыханных мук и жертв, невиданного революционного героизма, невероятной энергии и беззаветности исканий, обучения, испытания на практике, разочарований, проверки, сопоставления опыта Европы. Благодаря вынужденной паризмом эмигрантщине, революционная Россия обладала во второй половине XIX века таким богатством интернациональных связей, такой превосходной осведомленностью насчет всемирных форм и теорий революционного движения, как ни одна страна в мире»¹.

Перечитывая это высказывание, я невольно вспоминаю ту «невероятную энергию и беззаветность исканий», которые на моих глазах проявлял сам Владимир Ильич на своем героическом жизненном пути. В сибирской ссылке я видел, как ему удавалось с какой-то особой естественной непринужденностью так строить свой жизненный обиход, что каждый прожитый им день давал ему максимальный запас знаний для движения вперед. Именно это обеспечило Ленину ту научную вооруженность интеллекта, которая позволила ему, например, в самые трудные начальные

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 32, стр. 72.

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 31, стр. 9.

годы Советской власти предсказать, что достаточно одного-двух десятилетий трудового содружества рабочих и крестьян, чтобы наша Советская Россия стала непобедимой. Идея революционного союза рабочего класса и крестьянства, как исходный пункт всего нашего движения к высотам социализма и коммунизма, была выдвинута им на основе изучения огромной, относящейся к этому вопросу литературы, и в первую очередь произведений Маркса и Энгельса.

С несокрушимой энергией, опираясь на марксизм, во все-силность которого как науки он верил всем своим изумительным по целостности существом, он строил нашу победоносную партию, партию коммунистов-большевиков.

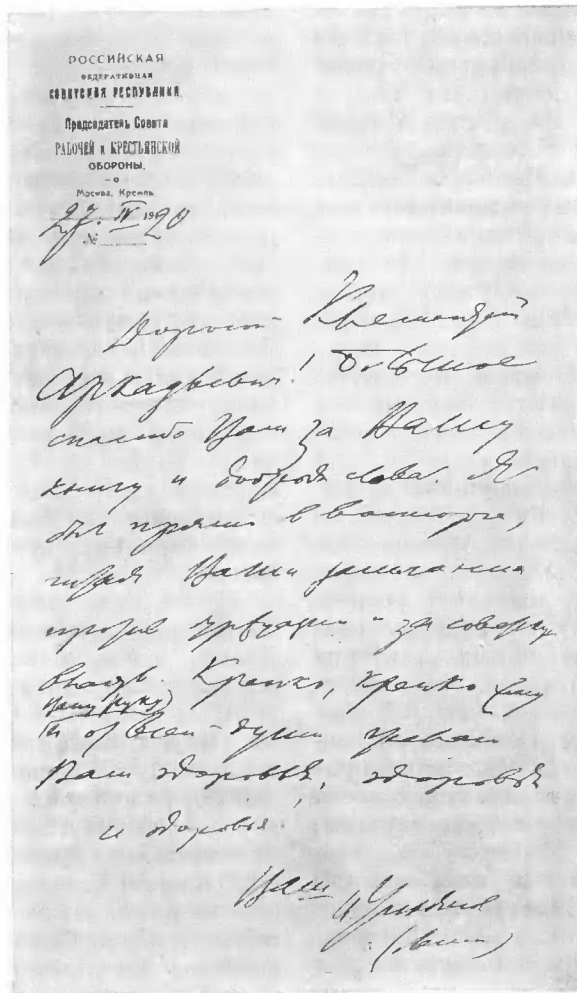
Еще будучи молодым 23-летним человеком, он поражал нас, его соратников по Петербургскому «Союзу борьбы за освобождение рабочего класса», своим удивительным, мастерским обладанием таким могучим оружием науки, каким является диалектический материализм. Стоит только вспомнить гениальный прогноз грядущей мировой освободительной роли русского пролетариата, которым кончается его замечательный труд тех времен — «Что такое «дружба народа» и как они воюют против социал-демократов?».

Тем молодым поколениям, сознательная жизнь которых сложилась уже при совет-

ском строе, трудно себе представить, какую целину должен был поднять Владимир Ильич, как много должен он был «раскрыть неизвестного», чтобы развернуть перед человечеством пути к новому весеннему расцвету. Оглядываясь на пройденный нами за послеоктябрьские годы путь, мы, при нашей привычке к высоким темпам окружающей нас жизни, не сразу видим глубины тех разрывов с прошлым, которыми преисполнен этот путь. А какая глубокая научная проницательность гения нужна была для того, чтобы наметить конкретную трассу этого пути!

Разрыв между теорией и практикой Ленин считал одним из самых гнусных признаков капитализма. В апреле 1918 г. он пишет для Академии наук известный набросок плана научно-исследовательских работ. В то время еще никакой группировки научных работников вроде организованной гораздо позднее Государственной комиссии по электрификации России (ГОЭЛРО) и в помине не было. А между тем, стоит только перечитать строки этого наказа, чтобы видеть, как по

существу здесь уже поставлены основные нехи грядущих фундаментальных работ и как много приходилось учиться работникам науки и техники у Ленина в области революционного преобразования всей нашей экономики и техники на основе общего генерального, научно продуманного плана.



Фотокопия письма В. И. Ленина
К. А. Тимирязеву

Владимир Ильич неоднократно подчеркивал, что всю жизнь он не устает читать и перечитывать работы Маркса и Энгельса и что при этом он открывает всегда новое. Изучение его литературного наследия наглядно показывает нам, как умел он «советоваться» с нашими первоучителями — Марксом и Энгельсом — во всех трудных случаях на дооктябрьских и послеоктябрьских боевых путях нашей партии.

И подобно тому, как Владимиру Ильичу приходилось обращаться в течение всей его великой жизни к советам Маркса и Энгельса, подобно этому и нам приходится и еще целому ряду грядущих поколений придется неустанно обращаться за советами к величайшему гению науки и научного познания действительности, каким был Владимир Ильич.

Оглядываясь на пройденный нами путь, мы теперь с особой ясностью видим, как велика была та «путевка в жизнь», которую нам дал Ленин. Достаточно вспомнить хотя бы учение Ленина о неравномерности развития капитализма в эпоху империализма и о возможности победы социализма первоначально в немногих или даже в одной, отдельно взятой, стране, которое наносило решающий удар меньшевистски-педаантскому подходу к оценкам положительных факторов прогресса той или иной страны, как подбадривало это учение тот актив, который был действительным активом Великого Красного Октября. Какой это поучительный пример разрыва, коренной противоположности между догматическим и творческим марксизмом!

Ленин личным примером показал, что борцы за коммунизм должны быть одновременно большими знатоками всей человеческой культуры. Он умел использовать для своих великих целей завоевания этой мировой культуры, отнюдь не пренебрегая даже и той частью, которая шла от тех, кого он справедливо называл «приказчиками капитализма».

Особо характерны две громадные по своему научному содержанию работы: «Материализм и эмпириокритицизм» и «Империализм, как высшая стадия капитализма». В первой из них изложены теоретические основы нашей партии, во второй — охарактеризованы специфические особенности эпохи империализма.

В этих произведениях Ленин особенно наглядно показал, как надо перерабатывать и усваивать завоевания «приказчиков капитализма», отсекая их реакционные тенденции и борясь со всей линией враждебных сил и классов.

Академик С. И. Вавилов в своей статье «Ленин и современная физика» правильно отмечает:

«В 1909 году, в пору реакции после поражения революции 1905 года, была опубликована книга В. И. Ленина «Материализм и эмпириокритицизм».

В туманы идеализма, мистицизма, богоскательства тех дней решительно врезался острый, светлый луч ленинской материалистической критики. Беспощадно разрывая паутину эмпириокритицизма, В. И. Ленин противопоставил ему на страницах своей книги несокрушимую теорию познания диалектического материализма»¹.

Эти примеры показывают, как умел Владимир Ильич не в заоблачных высотах, а в самой гуще жизни находить то новое, до его открытия не ведомое людям, что составляло гениальную сущность его научного творчества.

Когда сопоставляешь жизнь и деятельность таких гигантов, какими были Маркс и Ленин, невольно напрашивается некоторая параллель. На могиле Маркса Энгельс говорил:

«Наука была для Маркса исторически движущей, революционной силой. Какую бы живую радость ни доставляло ему каждое новое открытие в любой теоретической науке, практическое применение которого нельзя было даже и предвидеть, — его радость была совсем иной, когда дело шло об открытии, немедленно оказывающем революционное воздействие на промышленность, на историческое развитие вообще. Так, он следил во всех подробностях за развитием открытий в области электричества и еще в последнее время за открытиями Марселя Дебре»².

Все это от слова до слова может быть сказано и о Владимире Ильиче.

¹ Академик С. И. Вавилов. Ленин и современная физика. Сборник «Современные проблемы науки и техники», Изд-во «Молодая гвардия», 1949, стр. 5.

² К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные произведения, т. II, 1952, стр. 158.

В наши дни нам особенно ясно, какую громадную роль в судьбах всего нашего хозяйственного и культурного строительства сыграл тот почин, который навеки будет связан с его именем как в области электрификации нашей страны, так и в создании основанного на науке плана нашего хозяйственного и культурного строительства.

Как характерны для Владимира Ильича те небольшие записочки, которые он направлял нам в связи с работами Комиссии над планом ГОЭЛРО, а в дальнейшем в связи с работами Госплана. В конце января 1920 г., когда страна наша только-только выходила из пламени военных гроз, он подчеркивает, как важно дать такой государственный план, «чтобы наглядно, популярно, для массы увлечь ясной и яркой (и вполне *научной* в основе) перспективой: за работу-де, и в 10—20 лет мы Россию всю, и промышленную и земледельческую, сделаем *электрической*...

Повторяю, надо увлечь *массу* рабочих и сознательных крестьян *великой* программой на 10—20 лет»¹.

Со строк этой записки Владимира Ильича ключом бьет несокрушимая энергия и вера в могучие творческие силы науки, если она будет подхвачена всей массой трудящихся, великой силой рабоче-крестьянской боевой рати.

Крупнейшие библиотеки мира — Петербургская, Московская, Лондонская, Парижская — знавали Ленина в качестве одного из наиболее ревностных читателей. Можно было бы написать целый трактат о том, каким Владимир Ильич был совершенно своеобразным читателем, умевшим в сравнительно короткий срок успешно ознакомиться с великими творениями благороднейших умов человечества. Достаточно просмотреть философские тетради В. И. Ленина, чтобы видеть, какой характер имели его конспекты и какую переключку вел он с самыми выдающимися учеными мира.

Проследивая всю жизнь Владимира Ильича, мы наглядно видим, как неустанно, изо дня в день оттачивалась острая мысль Ленина, одинаково сильная как в изощренном анализе, так и в мощном синтезе. Но, подобно Марксу, Ленин в своей гигантской научной работе особенно заигрался в тех случаях, когда эта работа подводила его к

ключевым позициям, к вершинам, с которых открывалось понимание коренных нужд и чаяний миллионных масс трудового народа. Ему пришлось стоять на сторожевой вахте в такие решительные моменты, когда совершались революционные сдвиги всего уклада жизни нашего народа. Он был не только гением науки, но и гением революции, которая означала решающие перемены не только для нашей страны, но и для всего мира.

Все, кто имел счастье встречаться с Владимиром Ильичом и принимать то или иное участие непосредственно в его работе, не могли не поражаться той энергией, которую он затрачивал на глубокое ознакомление с нуждами и чаяниями всего громадного массива трудящихся. Никто не мог сравняться с ним в умении бесстрашно заглянуть в лицо действительности, называть своими именами самые неприглядные вещи. Припоминаю, как в одном из разговоров со мной он энергично подчеркивал необходимость борьбы с тремя особенно злостными врагами, давшими себя знать, главным образом, в начальный период нашего государственного строительства. Он дал этим врагам такие меткие, столь характерные для бросков его мысли, определения: «бюрократизм, хаос, ляпанье».

Но бесстрашие исследовательской мысли Владимира Ильича сочеталось с проникновенной чуткостью к народной страде.

Легко понять, что эта установка давала ему самому возможность тесной связи с самыми широкими массами трудящихся. Сколько раз на моих глазах разнообразные посетители кремлевского кабинета Владимира Ильича находили в нем особенно внимательного слушателя их заявок и, по памятным словам Н. К. Крупской, не надменного учителя, а верного друга и заботливого товарища.

В его литературном наследстве даны драгоценные указания относительно того, как надо идти в государственных исканиях, терпеливо и внимательно учитывая фактический опыт миллионных масс самих трудящихся, внимательно учитывая их собственную творческую мысль. И как характерно, что сама идея советской власти выдвинута Владимиром Ильичом на основании его проникновенного ознакомления с опытом созидания этой власти на местах.

Легко себе представить, какими запро-

¹ В. И. Ленин. Соч., т. 35, стр. 370.

сами и наказаниями забросал бы Ленин современных работников науки и техники, если бы он мог слышать их рапорты о нынешних достижениях.

Как радовался бы он, если бы мог воочию видеть, как целиком оправдались, например, те расчеты, которые связаны с его первенцем — планом ГОЭЛРО, как быстро этот план был выполнен и перевыполнен.

Каким ключом забила бы творческая мысль Ленина, если бы он мог услышать о нынешних сдвигах в науке и в электроэнергетике, например о возможности передачи колоссальных масс электроэнергии по высоковольтным линиям постоянных и переменных токов. Сколько раз в былые дни он сетовал, что мы при тогдашних возможностях ограничивались передачей электроэнергии на какие-нибудь 200 км и требовал быстрее преодолеть эти границы. Как порадовался бы он, услышав, что осуществляются великие стройки на его родной Волге, что дело идет уже о передаче электроэнергии на расстояние в 1000 км при напряжении в 400 тыс. вольт, кстати сказать, являющемся наиболее крупным в мире. Постоянный ток, вновь идущий на смену трехфазного тока, практически уже не страшится передач на тысячу километров.

Сетям высоковольтных электропередач сейчас уже явно тесно в пределах отдельных стран, они уже стремятся, как это предвидел и Владимир Ильич, охватить целые континенты. Но те полноценные энергетические системы, которые мы намеряем к сооружению в последнее время, открывают такие возможности для нашей борьбы со всеми стихиями природы, о которых во времена Владимира Ильича еще нельзя было и подозревать.

Как порадовался бы он, если бы слышал, какие массы тракторов и самых разнообразных сельскохозяйственных машин посылаем мы, например, в наши дни на целинные земли и как воплощаются его надежды на электроплуг и вообще на создание такой системы сельскохозяйственных машин, которая поможет

покончить с еще имеющимися у нас существенными различиями между городом и деревней.

Мне припоминается, как Владимир Ильич требовал от статистиков, чтобы они поближе стояли к практическим нуждам, чтобы в задуманном великом социалистическом строительстве они были нашими действительными помощниками. Но как скромна была в то время счетная техника и как порадовался бы Владимир Ильич, если бы он узнал про возможности нынешней электронной автоматики. Ведь в советской счетной технике, с ее нынешними ставками на полупроводники, уже создаются такие счетные машины, каждая из которых заменяет десятки тысяч счетчиков! И, конечно, ему было бы особенно радостно слышать о том, что именно наша страна заняла первое место по использованию могучей ядерной энергии для мирных целей.

Весь мир видит, что во главе великого освободительного движения идет наша Родина, которая дала миру гения науки и революции — Ленина, а ныне роднит с идеями, исходящими от этого гения, все человечество. И это происходит как раз потому, что он является носителем таких идей и идеалов, которые «касаются всех, они всем нужны, они существуют не для избранных, не для того или другого сословия, но для целого народа, а через него и для всего человечества».

В трудный 1919 год не раз приходилось мне задавать Владимиру Ильичу вопрос о шансах нашей победы над сонмом врагов. И сколько раз поражал он меня своей бодрой уверенностью в несокрушимости наших позиций, своей верой в исполинские силы нашего народа. И с каким бы правом Ленин мог бы нам сказать теперь с обычным милым прищуром своих острых глаз и с веселыми искорками в их зоркой глубине:

«Ну что, товарищи, не прав ли я был в своей ставке на удивительные свойства нашего народа. Весь мир теперь видит, что этот народ выстоит, выдержит, сломит все препятствия, победит».



АТОМНАЯ ЭНЕРГИЯ ДЛЯ МИРНЫХ ЦЕЛЕЙ

Профессор М. Б. Нейман



Бурное развитие науки в первой половине XX в. ознаменовалось одним из величайших открытий за все время существования человечества. В результате работ ученых разных стран были созданы необходимые научные предпосылки для решения технической задачи получения и использования энергии атомного ядра. Эти новые источники энергии должны дополнить, а возможно, в будущем и заменить частично те источники энергии — каменный уголь, горючие газы, энергию падающей воды и ветра, — которые используются в настоящее время.

Как известно, энергия каменного угля и других видов топлива представляет собой аккумулированную солнечную энергию; энергия падающей воды и энергия ветра также получаются в результате преобразования энергии солнечных лучей. Мощность, приносимая на Землю солнечными лучами, а также мощность, потребляемая в настоящее время человеческим обществом, и запасы химического и ядерного горючего в земной коре сопоставлены в помещаемой ниже табл. 1.

Из таблицы следует, что энергия всех разведанных запасов каменного угля в земной коре приблизительно равна энергии солнечных лучей, падающих на Землю в течение 5 суток. Если учесть, что 1 кг урана и тория по своей теплопроизводительности отвечает приблизительно 2700 т ка-

менного угля, то из таблицы можно сделать заключение, что разведанные в настоящее время запасы ядерного горючего могут дать такое количество энергии, которое доставляется на Землю солнечными лучами в течение десятков дней.

Таблица 1

Запасы энергии и ее потребление		
Мощность солнечного излучения, падающего на земную поверхность		$1,7 \cdot 10^{14}$ <i>квт</i>
Потребляемая людьми мощность	каменного угля	$2 \cdot 10^9$ »
	нефти	$0,5 \cdot 10^9$ »
	газа	$0,1 \cdot 10^9$ »
Разведанные запасы	угля	$2 \cdot 10^{12}$ <i>т</i>
	нефти	$2,5 \cdot 10^{10}$ »
	газа	$1,5 \cdot 10^{13}$ <i>м³</i>
	урана и тория	10^7 <i>т</i>

Из приведенных данных ясно, какое важное значение может получить ядерное горючее и широкое использование ядерной энергии в жизни человеческого общества.

Как известно, использование ядерного горючего, например изотопа урана с атомным весом 235, основано на открытом в 1939 г. факте деления ядра урана в результате поглощения нейтрона. Поглотив нейтрон, ядро урана распадается на части, которые в результате электростатического отталкивания разлетаются в противоположные стороны с большими скоростями. Выделяющаяся при таком распаде энергия составляет $21 \cdot 10^{12}$ *кал* на 1 кг урана, подвергшегося

распаду. Существенным является то, что из осколков, образующихся при делении урана под влиянием медленных нейтронов, выделяются 2 или 3, а в среднем 2,1 нейтрона. Эти нейтроны при благоприятных обстоятельствах могут вызвать деление новых ядер урана, причем число нейтронов в каждом следующем поколении увеличивается в K раз. Число K называется фактором размножения нейтронов. Если это число K больше единицы, то раз начавшаяся реакция деления урана может развиваться сама собой, все время ускоряясь. Такая самопроизвольно развивающаяся реакция называется цепной.

В настоящее время известны три вида ядерного горючего, в которых может развиваться цепная реакция деления — это изотопы урана 235 и 233, а также изотоп плутония 239. В природном уране содержится 99,28% урана 238; 0,715% урана 235; 0,005% урана 234. Что касается других видов ядерного горючего — урана 233 и плутония 239, — то они в настоящее время готовятся искусственным путем из тория 232 и урана 238 на специальных установках. Способы производства этих изотопов описаны ниже.

ЦЕПНАЯ РЕАКЦИЯ ДЕЛЕНИЯ УРАНА

Теория химической реакции с разветвляющимися цепями¹ полностью применима к случаю ядерных цепных реакций, происходящих в ядерном горючем, причем в последнем случае процесс значительно проще, чем в случае химических реакций. Процесс с ядерным горючим развивается с образованием только одного сорта активных частиц — нейтронов, в то время как химические реакции происходят с образованием большого числа различных радикалов, что в значительной степени затрудняет теоретические расчеты. Нейтроны, образующиеся при делении ядер урана или плутония, вылетают с огромной скоростью — порядка 10^9 см/сек. Их свободный пробег между ядрами урана от места образования до места случайного попадания в ядро урана приблизительно равен 10 см. Следовательно, время их жизни примерно равно 10^{-8} сек. Если размеры куска ядерного горючего значительно меньше 10 см, то большая часть образующихся

внутри этого куска нейтронов вылетает наружу и не принимает участия в цепной реакции. При этих условиях фактор размножения нейтронов K имеет значение меньше единицы, и цепная реакция не может ускоряться. Лишь в случае, когда кусок ядерного горючего больше некоторого критического размера, при условии K больше единицы, может возникнуть ускоряющийся цепной процесс. В этом случае время удвоения количества нейтронов приблизительно равно времени жизни нейтронов, которое, как мы видели, составляет около 10^{-8} сек. Уже в течение одной миллионной доли секунды рождается и умирает около ста «поколений» нейтронов. Если при гибели нейтрона возникает в среднем 2 нейтрона следующего поколения, то за это время количество нейтронов возрастает приблизительно в $2^{10^8} = 10^{30}$ раз.

Так как в 1 кг урана содержится около $3 \cdot 10^{24}$ атомов, то цепная реакция в куске урана больше критического размера закончится примерно за одну миллионную долю секунды. Так как при этом выделяется огромное количество энергии, то такая реакция будет связана с резким повышением температуры и, следовательно, с образованием ударной волны. Взрывная реакция деления ядерного горючего используется, как известно, в так называемых атомных бомбах.

Регулировать скорость такой реакции практически невозможно, так как время удвоения скорости процесса в этом случае — 10^{-8} сек. — во много раз меньше, чем время срабатывания любого современного автоматического регулятора. Тем не менее регулируемый процесс деления ядерного горючего удалось осуществить, используя то обстоятельство, что при делении ядер урана и плутония, наряду с немедленно образующимися нейтронами, имеется некоторое количество «запаздывающих» нейтронов.

Установки, которые предназначены для осуществления регулируемого процесса деления ядерного горючего, называются ядерными реакторами или иногда — котлами.

ЯДЕРНЫЕ РЕАКТОРЫ

В первых котлах использовались в качестве горючего стержни из металлического природного урана, в котором содержится менее 0,72% урана 235. В таком природном

¹ См. «Природа», 1953, № 5, стр. 26—38.

уране цепная реакция развиваться не может, так как быстрые нейтроны, образующиеся при делении урана 235, слишком часто сталкиваются с ядрами урана 238 и поглощаются последними. При этом из урана 238 образуется изотоп урана 239, живущий сравнительно недолго и выбрасывающий из ядра при распаде бета-частицу. При бета-распаде из урана 239 получается новый элемент — нептуний 239; последний также неустойчив и, выбрасывая бета-частицу, превращается в новый элемент — плутоний 239, который хотя и является радиоактивным, но имеет сравнительно большой период полураспада — 24 тысячи лет.

Как было сказано выше, благодаря большой вероятности захвата нейтронов ураном 238 лишь малая часть нейтронов попадает в ядра урана 235, вызывая его деление. Поэтому коэффициент размножения нейтронов в природном уране меньше единицы.

Все это относится к процессу, происходящему при участии быстрых нейтронов.

Около 15 лет тому назад было показано, что захват медленных нейтронов ядрами урана 238 происходит со сравнительно малой вероятностью. В то же время вероятность деления урана 235 под влиянием медленных нейтронов увеличивается в сотни раз по сравнению с вероятностью деления под действием быстрых нейтронов. Поэтому ускоряющаяся цепная реакция деления урана 235 может быть осуществлена в природном уране, если каким-нибудь методом обеспечить замедление быстрых нейтронов. Для достижения этой цели необходимо между кусками природного металлического урана ввести какое-нибудь вещество, практически не поглощающее нейтроны и играющее роль их замедлителя. Тогда при столкновениях быстрых нейтронов с ядрами атомов замедлителя нейтроны передают последним часть своей энергии и сами поэтому постепенно замедляются. После нескольких таких столкновений энергия движения нейтронов делается равной энергии движения атомов замедлителя, которая, как известно, определяется его температурой. Получающиеся в результате замедления «тепловые» нейтроны, пропав снова в кусок природного урана, имеют большую вероятность прореагировать с изотопом урана 235, хотя последнего в природном уране в 140 раз меньше, чем изотопа урана 238.

Это обстоятельство было положено в основу при расчете первых котлов. В качестве замедлителя нейтронов применялся чистый графит, состоящий из атомов углерода, который слабо поглощает нейтроны. В графитовых кирпичах при их изготовлении оставались каналы для стержней из металлического урана, как это показано на схематическом рис. 1.

Фактор размножения нейтронов в урановом котле зависит от свойств и состава ядерного горючего, от свойств замедлителя и от размеров и конструкции всей установки. Этот коэффициент K пропорционален среднему числу γ быстрых нейтронов, испускаемых в результате деления урана 235 под действием теплового нейтрона.

При расчете величины K необходимо вводить поправочный множитель, учитывающий, что ядра урана иногда делятся под влиянием быстрых нейтронов. Этот поправочный множитель ξ обычно бывает лишь немногим больше единицы. Коэффициент размножения зависит также от вероятности p того, что нейтрон успеет замедлиться и избежит таким образом поглощения ядрами урана 238. При расчете K , разумеется, необходимо

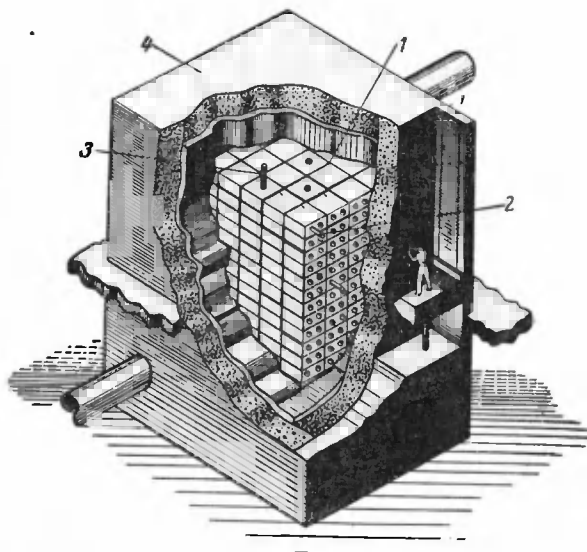


Рис. 1. Схема ядерного реактора на медленных нейтронах. 1 — графитовые кирпичи; 2 — урановые стержни; 3 — кадмиевый стержень для регулировки мощности; 4 — бетонная защита. Под бетоном виден слой графита — отражателя нейтронов. Трубы служат для подвода охлаждающей жидкости

учитывать, что медленные нейтроны могут поглощаться не только ядрами урана, но также и ядрами атомов замедлителя и других материалов, из которых построен реактор. Ясно, что коэффициент размножения должен быть пропорционален правильной дроби f , показывающей, какая часть всех медленных нейтронов поглощается ядрами урана, вызывая их деление. Таким образом, коэффициент размножения нейтронов должен определяться следующей формулой:

$$K = \eta \cdot \xi \cdot p \cdot f.$$

Приведенная формула относится к случаю бесконечно большого котла. Если котел имеет конечные размеры, то необходимо еще учитывать, что часть нейтронов вылетает из котла наружу и таким образом не может принимать участия в процессе. Поэтому эффективный коэффициент размножения нейтронов всегда меньше, чем коэффициент размножения, рассчитанный по вышеприведенной формуле.

Реакция может поддерживаться только при таком размере котла, когда эффективный коэффициент размножения делается по крайней мере равным единице. Такой размер котла называется критическим. Произведение pf всегда меньше единицы. Однако оно не должно быть слишком малым, чтобы обеспечить возможность протекания цепной реакции в котле при не слишком больших его размерах.

В качестве замедлителя нейтронов, кроме графита, можно применять тяжелую воду, которая является лучшим замедлителем, чем графит. Опыты показали, что в случае применения в качестве замедлителя тяжелой воды и при правильном выборе других материалов для котла величина pf имеет значение около 0,9, причем K может достигнуть значения 1,25. Если применять в качестве замедлителя графит, а в качестве ядерного горючего природный уран, значение pf не может быть больше, чем 0,79, а K — не больше, чем 1,07. Произведение pf для устойчивой работы котла должно иметь значение не меньше, чем 0,77.

Из сказанного видно, что работу котла с природным ураном гораздо легче обеспечить, если в качестве замедлителя нейтронов применяется тяжелая вода, а не графит. Случайные загрязнения, попавшие в графит или в металлический уран, приводят к уменьшению множителя f , в результате чего

развивающаяся цепная реакция в котле с графитовым замедлителем идти не сможет. Котел с тяжелой водой, разумеется, не так чувствителен к небольшим загрязнениям.

Как было уже сказано, цепная реакция, происходящая в котле, сопровождается делением урана 235, причем образуются так называемые «осколки» деления — элементы, расположенные в средней части таблицы Менделеева, с атомными весами от 70 до 140.

Осколки деления обычно хорошо поглощают медленные нейтроны, так что их накопление в уране постепенно уменьшает величину f . Часть быстрых нейтронов, как мы видели, не успевает замедлиться и поглощается ядрами урана 238, что приводит в конечном счете к постепенному накоплению в уране плутония 239. Исследование этого нового, искусственно получаемого в котлах элемента показало, что он, так же как и уран 235, делится, поглощая медленные нейтроны, причем освобождается большое количество энергии, а из осколков выбрасывается около двух нейтронов. Поэтому в плутонии 239 может развиваться ускоряющаяся цепная реакция, и он, следовательно, как и уран 235, является ядерным горючим.

Для того чтобы повысить значение коэффициента размножения K , замедлитель с урановыми стержнями окружают веществом, которое способно отражать нейтроны и таким образом уменьшать вероятность их вылета из котла наружу. В качестве отражателя обычно применяют графит или любой материал, годный как замедлитель.

Когда в котле идет быстрый процесс деления, это связано, разумеется, с выделением больших количеств тепла. Если это тепло не отводить, то температура котла резко повысится, что приведет к серьезной аварии. В случае если урановые стержни расплавятся и частично превратятся в пар, район котла будет заражен ураном, плутонием и, что особенно опасно, осколками деления урана, многие из которых являются быстро распадающимися радиоактивными веществами, испускающими бета-частицы и жесткие гамма-лучи. Эти радиоактивные излучения вредно действуют на ткани животных и растений, вызывая лучевую болезнь, а в больших дозах — смерть. Во избежание перегрева в каждом котле должна обязательно устраиваться система охлаждения. Так как основное количество тепла выделяется в урановых

стержнях, они должны охлаждаться особенно хорошо. Урановые стержни обычно покрывают тонким слоем алюминия, который предохраняет уран от коррозии. Урановые стержни с защитным алюминиевым слоем помещаются внутри алюминиевых трубок; в зазор между алюминиевой трубкой и урановым стержнем накачивается подводящий теплоноситель. В котлах в качестве теплоносителя применяют воду. В некоторых случаях, о которых речь будет ниже, для охлаждения котла можно применять расплавленные металлы, например натрий или висмут, а также газы.

Охлаждающая жидкость должна отводить от котла огромные количества тепла. Котел, в котором делится 1 кг ядерного горючего в сутки, имеет тепловую мощность около 1 млн. *квт*. Система охлаждения котла должна работать надежно, так как всякая ее неисправность может повести к серьезной аварии.

Так как в котле идут интенсивные ядерные процессы и накапливается большое количество продуктов деления, испускающих разнообразные радиоактивные излучения, необходимо принимать серьезные меры для обеспечения безопасности. С этой целью котел обязательно окружается толстой стенкой из специального материала (например, из бетона), который предназначен для поглощения гамма-лучей и нейтронов. Обычный бетон хорошо поглощает гамма-лучи, но плохо поглощает нейтроны. Поэтому в бетон, из которого изготавливается защитная стенка, добавляют такие вещества, которые хорошо поглощают нейтроны, например соединения, содержащие бор.

Защитная стенка имеет обычно толщину в несколько метров и позволяет настолько уменьшить интенсивность выходящего наружу излучения, что делает возможной работу обслуживающего персонала у котла без ущерба для здоровья.

При постройке котла приходится применять различные материалы для изготовления жестких конструкций. В качестве таких материалов до последнего времени обычно применялись различные марки стали. Разумеется, количества вводимой в котел стали необходимо свести к минимуму, так как железо хорошо поглощает медленные нейтроны, что приводит к уменьшению коэффициента f .

РЕГУЛИРОВКА МОЩНОСТИ ЯДЕРНОГО РЕАКТОРА

Чрезвычайно важной задачей при постройке котла является задача управления процессом деления и, следовательно, регулировки мощности котла. В случае развития цепной реакции деления урана, как показали опыты, имеется некоторое количество нейтронов, испускаемых осколками деления с задержкой от долей секунды до одной минуты. Количество таких запаздывающих нейтронов составляет приблизительно 1% от общего количества испускаемых нейтронов, а среднее время задержки равно приблизительно 10 секундам. Если значение коэффициента размножения без учета запаздывающих нейтронов (K_H) равно или больше единицы, то цепная реакция развивается чрезвычайно быстро, и регулирование процесса в котле делается практически невозможным. Поэтому в котлах величина K_H всегда меньше 1. В то же время эффективный коэффициент размножения нейтронов K больше или равен 1. При этом условии ускорение цепной реакции обеспечивается запаздывающими нейтронами. Если процесс в котле ускоряется медленно, то его можно сравнительно просто регулировать. Для этой цели в замедлителе предусматриваются специальные каналы, в которые можно вводить вещества, хорошо поглощающие нейтроны. В качестве таких поглотителей нейтронов можно применять стержни из кадмия или из бористой стали. Плавное введение в котел таких стержней приводит к плавному уменьшению коэффициента f и, следовательно, к уменьшению эффективного коэффициента размножения нейтронов. Если значение этого коэффициента сделать точно равным единице, то цепная реакция в котле будет идти с постоянной скоростью, и, следовательно, котел будет иметь постоянную мощность. Если регулирующий стержень погрузить в котел еще глубже, то эффективный коэффициент размножения нейтронов делается меньшим единицы и цепная реакция в котле начнет постепенно замедляться. Если регулирующий стержень несколько выдвинуть из котла, то значение K делается большим единицы и ядерная реакция в котле начнет постепенно ускоряться.

Концентрация нейтронов в котле определяется специальными приборами, которые

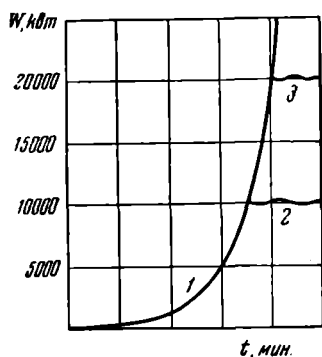


Рис. 2. Кривая возрастания мощности при пуске котла в ход (1) и кривые (2) и (3) мощности котла при $K = 1$

10 тыс. *квт* с точностью 0,1 %, как показывает кривая 2. Если мы хотим поддерживать мощность котла на более высоком уровне, например довести ее до 20 тыс. *квт*, то мы должны были бы дать мощности по кривой 1 дойти до вышеуказанного значения и лишь после этого начать регулирование. В этом случае мощность держалась бы на более высоком заданном уровне, как показывает кривая 3.

В котле, разумеется, необходимо иметь аварийные стержни, которые при случайных неполадках быстро погружаются внутрь котла при помощи автоматически срабатывающих устройств. При этом эффективный коэффициент размножения нейтронов резко падает до очень малой величины, и цепная реакция в котле прекращается.

ОБРАЗОВАНИЕ И ВЫДЕЛЕНИЕ ПЛУТОНИЯ

Мы уже видели, что во время работы котла в каждом урановом стержне постепенно «выгорает» уран 235 и накапливаются плутоний 239 и осколки деления. При этом, разумеется, коэффициент размножения в данном стержне с течением времени также изменяется. Ход указанных процессов в обогащенном урановом стержне с содержанием 1 % урана 235 показан на рис. 3. Кривая 1 показывает, как в таком урановом стержне постепенно уменьшается концентрация изотопа урана 235 от 1 % в начале до 0,3 % в конце процесса. В то же самое время со-

держивают непрерывно возрастает за изменением мощности котла. Регулировка мощности производится регулировочными стержнями при помощи специальных автоматических устройств. На рис. 2 показана примерная кривая изменений мощности котла со временем.

При хорошо работающей автоматике мощность котла можно поддерживать на уровне

удержание плутония в этом стержне постепенно возрастает от 0 в начале до 0,55 % в конце процесса, как показывает кривая 2.

Если в начале процесса коэффициент размножения K равен единице, то оказывается, что в ходе процесса он постепенно возрастает до значения $K = 1,035$, как показывает кривая 3.

При дальнейшем ведении процесса коэффициент размножения начинает постепенно падать. Возрастание K в начале процесса объясняется тем, что вероятность деления ядер плутония медленными нейтронами превышает соответствующую вероятность деления урана 235. Однако, наряду с плутонием, в урановых стержнях накапливаются осколки деления, которые поглощают медленные нейтроны, что на более поздней стадии процесса приводит к уменьшению коэффициента f и в конечном счете — к уменьшению коэффициента размножения. В начале процесса, когда осколков деления мало, коэффициент размножения несколько возрастает, но далее все большую и большую роль начинают играть накопление в урановом стержне осколков, и коэффициент размножения начинает падать.

Возникает естественный вопрос, как может работать котел, когда в урановом стержне коэффициент размножения делается меньшим единицы. Ответ на этот вопрос сравнительно прост. В котле мы имеем большое количество урановых стержней, которые выгружаются из котла не одновременно. Поэтому в котле всегда, наряду со «старыми», уже кончающими свой срок работы, имеются и «молодые» стержни, которые лишь недавно попали в котел. У таких молодых стержней, как мы видели, K может быть больше единицы. Потому что

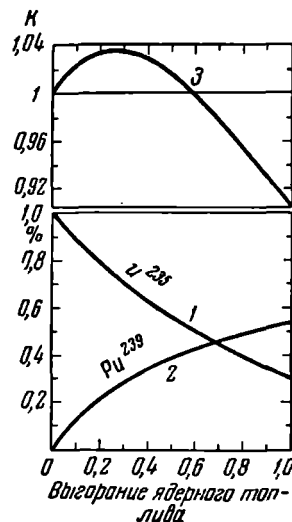


Рис. 3. Схема изменения концентраций урана 235 (кривая 1) и плутония (кривая 2) в урановом стержне по мере выгорания урана 235. Вверху — кривая 3 показывает изменение K при этом процессе

при подходящем соотношении между числом «молодых» и «старых» стержней эффективный коэффициент размножения для всего котла в целом может быть равен единице. При этом между молодыми и старыми стержнями наблюдается как бы кооперация: молодые стержни передают свои избыточные нейтроны старым, и цепная реакция в котле идет не угасая.

В оканчивающих срок работы стержнях содержатся большое количество урана и значительные количества плутония и осколков деления. Эти стержни, разумеется, необходимо удалить из котла и выделить из них ценные вещества. Осколки деления обладают чрезвычайно большой радиоактивностью. Поэтому извлечение «старых» стержней из котла производят не вручную, а автоматически.

Урановые стержни выгружаются в специальные вагонетки, падающие под водой, как показано на рис. 4. Далее вагонетки перевозят радиоактивные стержни в специальное место, где они в течение нескольких месяцев хранятся под водой. Толстый слой воды поглощает радиоактивные излучения. В течение нескольких месяцев успевают распасться осколки, характеризующиеся сравнительно коротким периодом полураспада. Благодаря этому радиоактивность стержней уменьшается в несколько раз.

Далее радиоактивные стержни направляются на химический завод. Здесь с них автоматически снимается алюминиевая оболочка, после чего они погружаются в специальный резервуар, куда подается также крепкая азотная кислота. Уран, плутоний и большая часть осколков растворяются в азотной кислоте, причем получают хорошо растворимые в воде азотнокислые соли. Водный раствор этих солей направляется в скруббер, как это схематически показано на рис. 4. В этот же скруббер подается эфир. Так как плотность эфира значительно ниже плотности водного раствора, то эфир в скруббере поднимается вверх, в то время как водный раствор течет вниз. Благодаря хорошей растворимости в эфире азотнокислых солей урана и плутония соли переходят в эфирный раствор и выносятся в верхнюю часть скруббера. В то же самое время в нижнюю часть скруббера непрерывно стекает водный раствор азотнокислых солей ос-

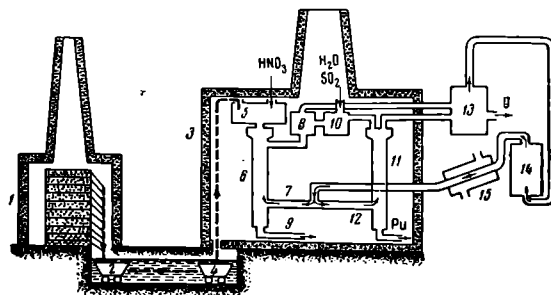


Рис. 4. Схема завода химического разделения. 1 — ядерный реактор; 2 и 4 — вагонетки с отработанными урановыми стержнями; 3 — завод химического разделения; 5 — бак для растворения урановых стержней в азотной кислоте; 6 — скруббер для отделения осколков; 7 — труба для подачи эфира; 8 — сборник раствора солей урана и плутония; 9 — труба для удаления раствора осколков деления; 10 — сосуд для восстановления плутония; 11 — скруббер для разделения солей плутония и урана; 12 — труба для подачи эфира; 13 — сборный бак для раствора урановых солей в эфире; 14 — перегонный куб; 15 — холодильник

колков деления, не растворимых в эфире. Таким образом, в результате работы скруббера удается отделить осколки от смеси азотнокислых солей урана и плутония.

Если смесь азотнокислых солей урана и плутония обработать подходящим восстановителем, например сернистым газом, то шестивалентный плутоний переходит в четырехвалентное состояние. Азотнокислые соли четырехвалентного плутония хорошо растворяются в воде, но практически не растворяются в эфире. Поэтому если водные растворы азотнокислых солей шестивалентного урана и четырехвалентного плутония пустить во второй скруббер и подать в этот же скруббер эфир, то из верхней части скруббера будет выходить эфирный раствор азотнокислого урана, а из нижней части скруббера — водный раствор азотнокислого плутония. Эфир, разумеется, по окончании всех операций отгоняется, подвергается очистке и снова используется для разделения смеси на скрубберах. Плутоний и уран подвергаются тщательной очистке, после чего они поступают на металлургические заводы, где из них можно приготовить новые стержни для котлов.

Из осколков деления на специальных установках можно выделить ряд долгоживущих

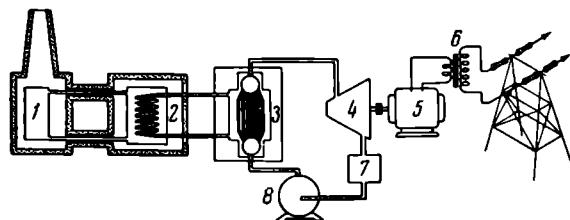


Рис. 5. Схема электростанции на ядерном горючем. 1 — ядерный реактор; 2 — теплообменник; 3 — паровой котел; 4 — паровая турбина; 5 — генератор переменного тока; 6 — трансформатор; 7 — конденсатор; 8 — насос

радиоактивных изотопов, например стронций, рутений, цезий, церий и др., которые могут быть использованы в промышленности для контроля процессов производства, а также в качестве меченых атомов в ряде научных исследований.

Как мы видели, урановый котел представляет собой весьма сложное сооружение, работа которого тесно связана с работой химических заводов по разделению продуктов, образующихся в урановых стержнях, и металлургических заводов, готовящих весьма чистые металлические уран и плутоний.

ЭЛЕКТРОСТАНЦИЯ НА ЯДЕРНОЙ ЭНЕРГИИ

При производстве плутония в ядерном котле выделяется большое количество тепловой энергии. До последнего времени эта тепловая энергия практически не использовалась, хотя целесообразность ее использования совершенно очевидна: тепло необходимо для проведения ряда промышленных процессов, оно может быть с выгодой использовано для отопления жилищ и производственных помещений. Одной из важнейших задач использования тепловой энергии, получающейся при работе котла, является получение пара высокого давления, который мог бы питать турбогенераторы, вырабатывающие электроэнергию.

27 июня 1954 г. в нашей стране впервые в мире начала работать промышленная атомная электростанция Академии наук СССР, ток которой уже в течение нескольких месяцев используется в промышленности и сельском хозяйстве.

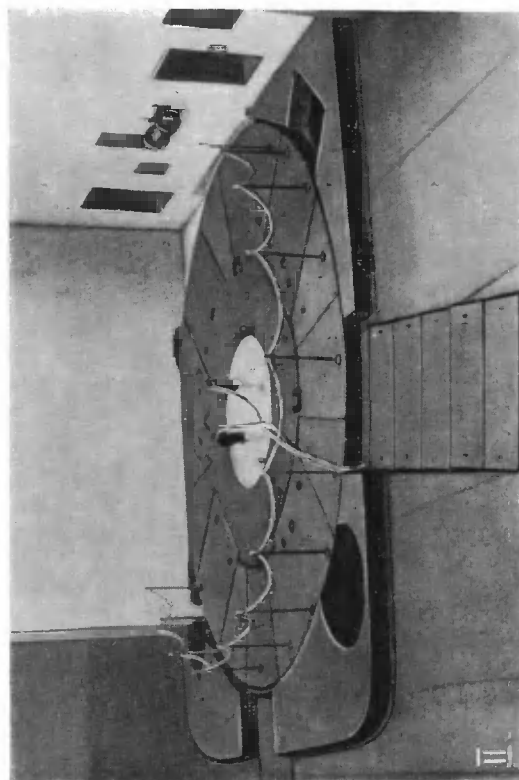
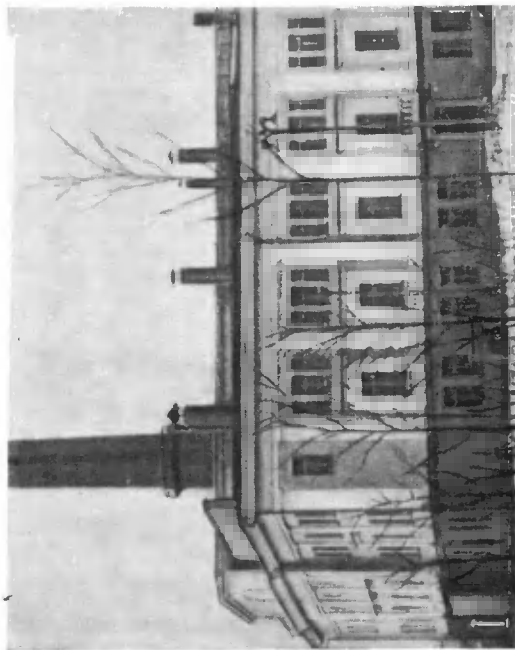
Желая передать другим странам накопленный в СССР в этой области научно-

технический опыт, Советское Правительство предложило представить созываемой в 1955 г. Международной конференции по вопросам мирного использования атомной энергии доклад о первой промышленной атомной электростанции в СССР. Кроме того, Советское Правительство решило оказать техническую помощь в деле постройки экспериментальных атомных котлов для мирных целей ряду стран. Наша Родина завоевала и прочно удерживает ведущую роль в области мирного применения атомной энергии.

Одна из возможных схем устройства электрической станции с использованием ядерного горючего изображена на рис. 5.

Ядерный котел 1 охлаждается подходящим теплоносителем, который нагревается до высокой температуры. Далее этот теплоноситель попадает в теплообменник 2, где он передает свое тепло вторичному теплоносителю. Помещение, в котором находится теплообменник, должно быть окружено бетонной стенкой для задержки радиоактивных излучений, испускаемых теплоносителем, который, поглощая нейтроны в котле, делается радиоактивным. Что касается вторичного теплоносителя, то он нигде не подвергается воздействию нейтронов, следовательно, не содержит радиоактивных веществ. Поэтому вторичный теплоноситель может быть по трубам выведен в помещение, где уже нет необходимости в бетонной защите от излучений. В этом помещении расположены паровые котлы 3, которые обогреваются вторичным теплоносителем; в этих котлах и получается пар высокого давления, который поступает в турбину 4. Турбина приводит во вращение вал генератора переменного электрического тока 5. Далее этот ток поступает в трансформаторы 6, где его напряжение повышается. Ток высокого напряжения по проводам направляется к потребителю. Отработанный пар из турбины попадает в конденсатор 7, где конденсируется в воду. Эта вода дальше специальными насосами 8 снова подается в паровой котел.

Коэффициент полезного действия турбины и генератора составляет 15—30%. Если принять, что коэффициент полезного действия при преобразовании тепловой энергии в электрическую равен 25%, то электрическая станция мощностью в 100 тыс. *квт* должна иметь в своем распоряжении урановый котел с тепловой мощностью 400 тыс. *квт*.



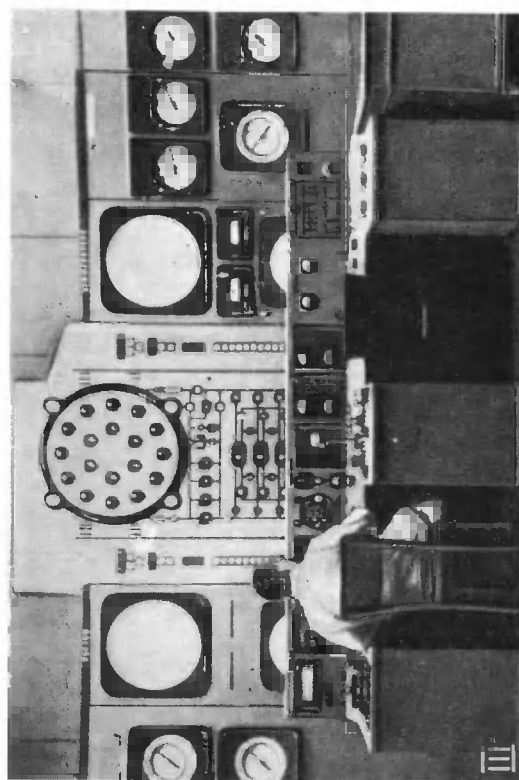
В Советском Союзе уже десятый месяц действует первая промышленная электростанция на атомной энергии полезной мощностью 5.000 киловатт. Пуском этой электростанции, спроектированной советскими учеными и инженерами, был сделан первый реальный шаг в деле использования атомной энергии в мирных целях.

В здании Атомной электростанции Академии наук СССР (снимок I) установлен атомный котел (реактор), где происходит расщепление ядер атома урана.

Как видно по диаметру верхней части атомного котла (снимок II), он имеет небольшие размеры. Атомный котел расположен за мощной бетонной защитой, предохраняющей персонал станции от воздействия радиоактивного излучения. Впервые промышленная турбина работает не за счет сжигания угля и других видов топлива, а за счет атомной энергии.

Управление атомным котлом и всеми другими агрегатами станции производится с общего пульты управления (на снимке III — центральная часть пульты управления). Выбываемый атомной станцией электрический ток поступает для промышленности и сельского хозяйства прилежащих районов.

(См. «Правда» 23 января 1955 г.)



В рассмотренной нами схеме электростанции на ядерном горючем паровой котел, турбогенератор и электрическое оборудование ничем не отличаются от соответствующих частей электрической станции, работающей на каменном угле, торфе или нефти. Новой частью такой станции является лишь урановый котел. Поэтому мы рассмотрим более подробно некоторые проблемы, связанные с наиболее экономичным устройством котлов.

ТИПЫ ЯДЕРНЫХ РЕАКТОРОВ

Устойчивая и длительная работа уранового котла с графитовым замедлителем на природном уране практически невозможна. Поэтому природный уран сначала подвергается обогащению изотопом урана 235 на специальном заводе. Здесь концентрация расщепляющегося изотопа повышается не менее чем до 1%. Из такого обогащенного урана изготавливаются стержни для реактора. Схема работы электростанции с таким котлом представлена на рис. 6.

Если нежелательно использовать уран, обогащенный изотопом урана 235, то урановые стержни для реактора с графитовым замедлителем можно готовить из природного урана, сплавляя его с небольшим количеством плутония, чтобы общее содержание ядерного горючего повысилось до 1—1,5%. Схема процесса с использованием такого горючего изображена на рис. 7.

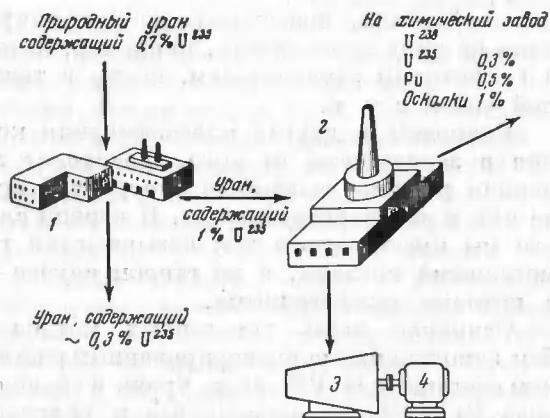


Рис. 6. Схема электростанции на ядерном горючем с использованием обогащенного урана. 1 — завод для обогащения урана изотопом U²³⁵; 2 — реактор; 3 — паровая турбина; 4 — генератор

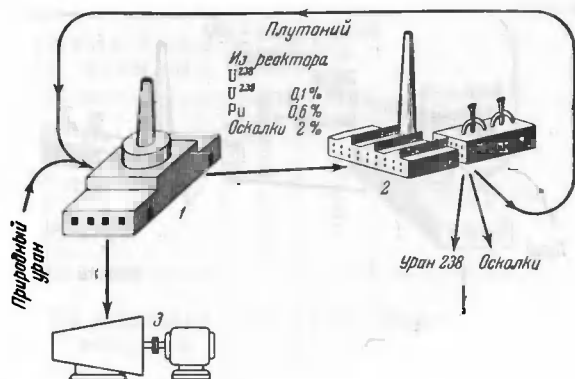
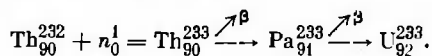


Рис. 7. Схема электростанции на ядерном горючем с использованием сплава природного урана с плутонием. 1 — реактор; 2 — химический завод; 3 — турбогенератор

В этом случае для получения тепловой мощности 400 тыс. кВт и электрической мощности 100 тыс. кВт в урановом котле ежегодно должно сгорать около 400 г ядерного горючего. Отработанные стержни из уранового котла поступают на завод химического разделения, который возвращает в процесс уран и практически столько же плутония, сколько было введено в реактор. Таким образом, на металлургическом заводе при изготовлении новых урановых стержней к продуктам, поступающим с завода химического разделения, необходимо добавить лишь некоторое количество природного урана.

Возможна работа котлов с использованием, вместо стержней урановых, стержней, изготовленных из металлического тория. В этом случае торий необходимо на металлургическом заводе сплавить примерно с 1,5% какого-нибудь ядерного горючего. В качестве ядерного горючего можно использовать либо уран 235, либо плутоний 239, либо, наконец, искусственно получаемый изотоп урана 233, который также является отличным ядерным горючим. Изотоп урана 233 в природе не найден, но может быть получен искусственно при облучении нейтронами природного тория:



Как следует из схемы, атом тория, присоединяя нейтрон, превращается в изотоп то-

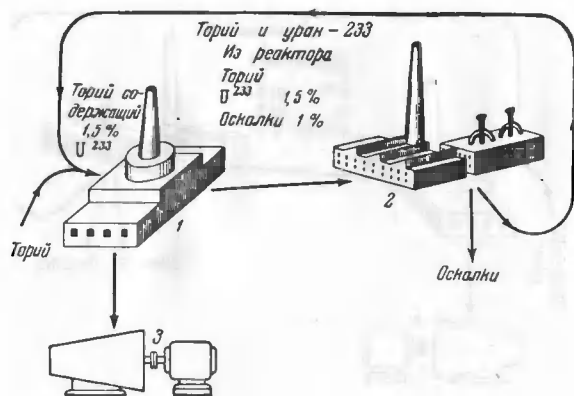


Рис. 8. Схема электростанции на ядерном топливе с использованием сплава тория с ураном 233. 1 — реактор; 2 — завод химического разделения; 3 — турбогенератор

рия 233, который неустойчив и вскоре распадается, испуская бета-частицу. При этом торий 233 превращается в протактиний 233. Последний также распадается, выбрасывая бета-частицу, причем получается уран 233. Этот изотоп распадается, выбрасывая альфа-частицы, однако период его полураспада очень велик — около 160 тыс. лет. Поэтому уран 233 можно готовить из тория в сравнительно больших количествах и хранить длительное время. Схема электростанции, использующей ториевые стержни, представлена на рис. 8.

В котел загружаются ториевые стержни, содержащие около 1,5% урана 233. Если в таком котле «сгорает» в сутки около 400 г урана 233, то мощность связанной с ним электростанции составляет около 100 тыс. квт. Отработанные стержни поступают на завод химического разделения, который отделяет и передает на металлургический завод торий и уран 233.

При изготовлении новых стержней к этим материалам приходится добавлять лишь небольшое количество природного тория.

В рассмотренных выше типах котлов ядерная реакция шла на медленных нейтронах. Возможно также проведение цепной реакции деления и на быстрых нейтронах. Схема электростанции с таким котлом изображена на рис. 9.

В сердечнике котла помещаются куски металла с большим содержанием ядерного

горючего — урана 235 или плутония. Изменяя расстояние между этими кусками, можно поддерживать тепловую мощность котла на постоянном уровне. В периферической части котла расположен природный уран. Нейтроны, поступающие из сердечника котла, поглощаются на периферии реактора, причем в уране постепенно накапливается плутоний. Отработанное ядерное горючее из сердечника реактора поступает на химический завод, где из него извлекаются чистый плутоний и осколки деления. Блоки урана из периферии реактора также поступают на химический завод, где из них выделяются плутоний и чистый уран. Выделенный из урановых блоков плутоний сплавляется на металлургическом заводе с плутонием, выделенным из сердечника котла. Полученный таким образом плутоний снова поступает в сердечник реактора. Уран с химического завода поступает на металлургический завод, где он сплавляется с небольшим количеством природного урана и снова возвращается в периферическую часть реактора.

В настоящее время в разных странах построено большое число котлов различной мощности, отличающихся один от другого по своей конструкции. Классификацию описанных в настоящее время в литературе котлов можно произвести, основываясь на различных признаках. Прежде всего котлы можно разделить на три группы в зависимости от того, на каких нейтронах — медленных или быстрых — идет цепная реакция деления урана.

Группа котлов, работающих на медленных нейтронах, может быть классифицирована по типу замедлителя, например, котлы с графитовым замедлителем, котлы с тяжелой водой и т. п.

Возможна и другая классификация котлов в зависимости от того, происходит ли цепная реакция деления в однородной среде или в неоднородной среде. В первом случае мы имеем дело с так называемыми гомогенными котлами, а во втором случае — с котлами гетерогенными.

Основная часть гомогенных котлов — бак, заполненный концентрированным раствором обогащенной V^{235} соли урана в тяжелой воде. Уран 235, содержащийся в урановой соли, является ядерным горючим, а тяжелая вода — замедлителем. Как мы видели, котлы, в которых в качестве замедлителя применяется

Таблица 2

Возможные типы ядерных реакторов
для атомных электростанций

тяжелая вода, могут успешно работать в течение длительного времени.

Гетерогенные котлы, в которых в качестве замедлителя применяется тяжелая вода, а ядерное горючее содержится в урановых стержнях, погруженных в тяжелую воду, весьма компактны и развивают большую мощность при сравнительно малом весе. В таких котлах могут быть получены нейтронные потоки более 10^{14} нейтронов на 1 см^2 в секунду, что примерно в 10 раз превосходит максимальные нейтронные потоки, которые можно получить при работе котлов с графитовым замедлителем.

С точки зрения полноты использования урана котлы могут быть разделены на три группы — котлы, работающие без регенерации ядерного горючего, котлы с регенерацией ядерного горючего и котлы, работающие с умножением ядерного горючего. В котлах, работающих без регенерации, после «выгорания» урана ^{235}U остаются большие количества урана ^{238}U , который без добавки ядерного горючего не может быть использован в ядерной технике. Получающийся в котле плутоний используется для других целей. В котлах, работающих с регенерацией, при «выгорании» урана ^{235}U образуется почти эквивалентное количество плутония. Этот плутоний, как мы видели выше, может быть выделен из отработанных урановых стержней так же, как и содержащийся в них уран ^{238}U . Возвращая этот плутоний снова в котел, мы можем использовать в качестве горючего значительную часть природного урана.

Таким образом, котлы с регенерацией повышают уровень энергетического использования природного урана примерно в 100—140 раз по сравнению с котлами без регенерации. Еще выгоднее с этой точки зрения работа котлов с умножением. В этих котлах количество вновь образующегося ядерного горючего превышает количество «выгорающего» урана ^{235}U . Котлы, работающие с

умножением, не только позволяют получать большие количества тепловой энергии при делении урана ^{235}U , но одновременно позволяют накапливать все большие и большие количества плутония.

Типы ядерных реакторов, пригодных для применения на атомных электростанциях, сопоставлены в табл. 2.

Перейдем теперь к вопросу о наиболее целесообразных конструкциях и типах котлов, предназначенных не только для получения плутония, но и для обеспечения энергией электрических станций.

Как известно, коэффициент полезного действия турбогенераторов, вырабатывающих электроэнергию, возрастает при повышении температуры и давления питающего турбину пара. Ясно, что для повышения коэффициента полезного действия установки необходимо по возможности повысить рабочую температуру котла.

№ п/п	Ядерное горючее	Сырье для получения ядерного горючего	Тип реактора	Возврат топлива	Продукт	Примечание
1	^{235}U	^{238}U	На медленных нейтронах	нет	Pu^{239}	Используется природный уран, расход которого велик
2	^{235}U	^{238}U	То же	да	Pu^{239}	Используется обогащенный уран. Необходим завод для выделения ^{235}U
3	^{235}U	Th^{232}	То же	да	^{235}U	Необходим завод для выделения ^{235}U
4	^{238}U	Th^{232}	На медленных нейтронах с умножением	да	—	После пуска в ход требуется только торий
5	Pu^{239}	^{238}U	На медленных нейтронах с умножением	да	—	Pu^{239} может получаться с реактора [2]
6	^{233}U	Th^{232}	На быстрых нейтронах с умножением	да	^{233}U	Избыток ^{233}U может быть использован для реакторов [3] и [4]
7	Pu^{239}	^{238}U	То же	да	Pu^{239}	Можно производить также ^{238}U , если ^{238}U заменить Th^{232}
8	^{235}U	^{238}U или Th^{232}	На быстрых нейтронах	да	Pu^{239} или ^{233}U	Необходим завод для выделения ^{235}U

Если применять для охлаждения ядерного реактора, работающего на медленных нейтронах, обычную воду, пропускаемую через алюминиевые трубки, температуру реактора нельзя поднять выше 260°C . Это объясняется тем, что при дальнейшем повышении температуры алюминиевые трубки начинают разрушаться.

На котле такого типа с графитовым замедлителем и водяным охлаждением практически можно получить водяной пар с давлением, лишь немного превышающим 10 ат . Если питать этим паром турбину, то коэффициент полезного действия установки не может превышать 20% . Поэтому чрезвычайно важно решить задачу замены алюминия такими металлами, которые способны противостоять действию высоких температур и слабо поглощают нейтроны. Это условие обязательно, так как поглощение нейтронов материалом труб не только приводит к резкому уменьшению коэффициента размножения K , но и вызывает так называемую «нейтронную коррозию» труб. Дело заключается в том, что в результате поглощения нейтронов ядрами атомов обычно образуются радиоактивные изотопы, которые распадаются, выбрасывая бета-частицы. При этом получаются атомы новых элементов, так что химический состав материала труб

с течением времени изменяется. Если такие вновь получаемые элементы сильно отличаются по своему объему от исходных, то в металле возникают внутренние напряжения. Это может привести к образованию трещин и выходу труб из строя.

За последние годы было проведено много работ по исследованию ряда новых металлов и сплавов с целью использовать их для изготовления труб и других конструктивных элементов уранового котла. В качестве одного из таких редких металлов, раньше почти не применявшихся в технике, можно назвать цирконий. До 1948 г. предполагалось, что цирконий лучше захватывает быстрые нейтроны, чем нержавеющая сталь, и поэтому его невыгодно использовать в урановых котлах. Однако работы последних лет показали, что раньше считавшийся чистым цирконий содержит до 3% другого элемента — гафния, который весьма хорошо поглощает быстрые нейтроны. Когда были разработаны новые, усовершенствованные методы очистки циркония, удалось получить этот металл практически без всякой примеси гафния. Оказалось, что чистый цирконий поглощает быстрые нейтроны в 15 раз хуже, чем нержавеющая сталь. Поэтому применение циркония для изготовления труб и других деталей уранового котла имеет большие перспективы.

Если в качестве охлаждающей жидкости применить металлический натрий, а трубы охлаждающей системы изготовить из циркония, то температуру котла, работающего на быстрых нейтронах, можно поднять до 500° . Используя нагретый в котле натрий для обогрева парового котла, можно получить перегретый пар (с температурой 400°) при давлении около 35 ат . Использование такого пара поднимает коэффициент полезного действия турбогенератора до 30% .

В табл. 3 приведены данные, позволяющие сравнить показатели работы электрических станций с урановыми котлами, использующими водяное и натриевое охлаждение. Предполагается, что в обоих случаях, наряду с получением и использованием тепловой энергии, синтезируется также плутоний.

Разумеется, урановые котлы с водяным охлаждением значительно проще построить, чем с натриевым охлаждением, но коэффициент их полезного действия при получении электроэнергии очень низок. Урановый ко-

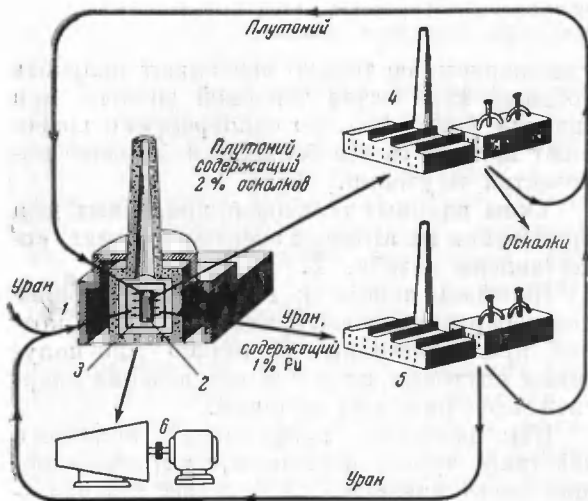


Рис. 9. Схема электростанции на ядерном горючем с котлом на быстрых нейтронах. 1 — реактор; 2 — сердечник реактора; 3 — периферическая часть; 4 и 5 — заводы химического разделения; 6 — турбогенератор

Таблица 3

Сравнение показателей котлов с водяным и натриевым охлаждением

	Водяное охлаждение	Натриевое охлаждение
Мощность:		
тепловая	500 000 <i>квт</i>	500 000 <i>квт</i>
электрическая	~100 000 »	~150 000 »
Диаметр сердечника	ок. 4 м	1 м
Высота сердечника	3,3 »	1 »
Материалы:		
горючее	природный уран	уран 235
замедлитель	D ₂ O	—
отражатель нейтронов	H ₂ O	Pb
защита	бетон	бетон
Охлаждающая жидкость:	вода	натрий
входная температура	195°	315°
выходная температура	260°	480°
Вторичное охлаждение:		
входная температура		290°
выходная температура		455°
Пар:		
давление	11 ат	32 ат
температура	190°	400°

тел на быстрых нейтронах с натриевым охлаждением построить значительно труднее, чем котел на медленных нейтронах, но зато он имеет ряд важных преимуществ. В случае работы котла на быстрых нейтронах значительно легче выбрать материалы для системы охлаждения и для других конструктивных элементов. Кроме того, на быстрых нейтронах можно вести процесс без химического разделения в течение более длительного времени, чем на медленных нейтронах, что значительно снижает эксплуатационные расходы.

Весьма важным преимуществом котлов на быстрых нейтронах является возможность работы с «умножением» ядерного горючего. Наконец, коэффициент полезного действия такого котла значительно выше.

На рис. 10 представлена схема электрической станции на ядерном горючем с использованием котла с натриевым охлаждением, работающего на быстрых нейтронах. В сердечнике этого котла применяется сильно обогащенное горючее, а в периферической части — уран или торий. Для охлаждения котла применяется металличе-

ский натрий, поступающий из резервуара 1. Нагретый натрий из котла 2 направляется в теплообменник 3. Здесь нагретый натрий передает свое тепло вторичному металлическому натрию. Охладившийся натрий поступает в насос 4, который гонит его обратно в резервуар 1.

Вторичный натрий при высокой температуре, около 450° Ц, поступает в змеевик 5, который служит для перегрева водяного пара. Далее металлический натрий поступает в нагреватель 6 водяного котла. Здесь вода испаряется, образуя пар, который дальше перегревается и при температуре около 400° Ц поступает в паровую турбину 7, с валом которой соединен вал генератора переменного тока 8.

Такая установка работает примерно 80 % времени, 20 % времени используется для замены ядерного горючего и предупредительного ремонта.

Выше было указано, что при работе котла на медленных нейтронах с использованием твердого ядерного горючего не удается получать электрическую энергию с высоким коэффициентом полезного действия. Однако при использовании в котле раство-

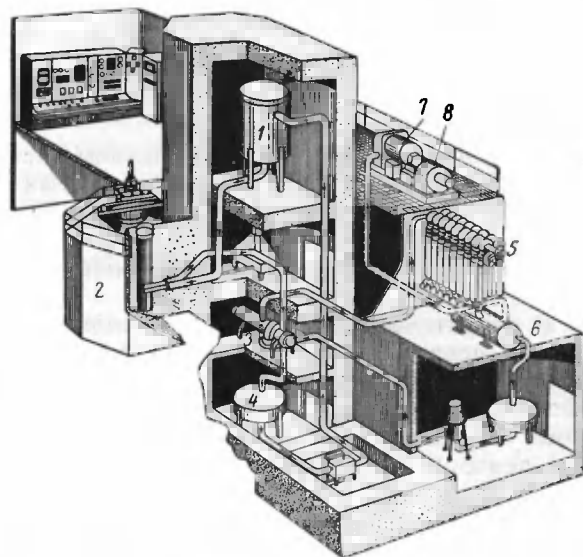
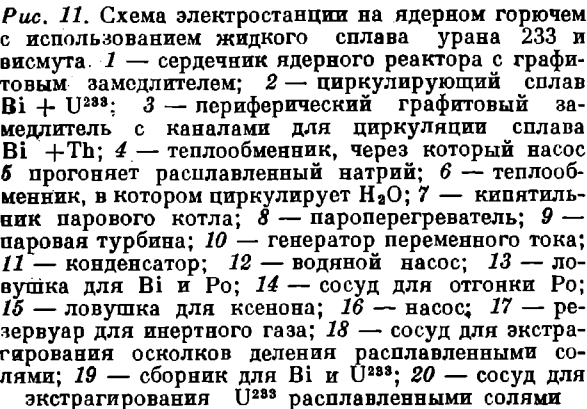


Рис. 10. Схема электростанции с ядерным реактором на быстрых нейтронах, работающим с натриевым охлаждением. 1 — резервуар с расплавленным натрием; 2 — котел; 3 — теплообменник; 4 — насос; 5 и 6 — змеевики для перегрева водяного пара и испарения воды в котле; 7 — паровая турбина; 8 — генератор переменного тока



ра ядерного горючего в расплавленном висмуте можно осуществить процесс на медленных нейтронах с высоким коэффициентом полезного действия.

В графитовом сердечнике 1 ядерного реактора предусмотрены каналы, через которые циркулирует раствор 2 урана ^{233}U в расплавленном висмуте, как показано стрелками. Раствор этот поступает в сердечник при температуре около 250°C , а выходит нагретый до 500° . При диаметре сердечника около 1,5 м удастся осуществить цепную реакцию деления U^{233} . Медленные нейтроны, вылетающие из сердечника, попадают в периферическую часть реактора 3, также изготовленную из графита. Здесь в каналах циркулирует раствор тория в висмуте. Поглощая медленные нейтроны, торий превращается в U^{233} по схеме, указанной выше.

Такая установка позволяет получать электрическую энергию с коэффициентом полезного действия около 30%. Таким образом, в настоящее время электрические станции на ядерной энергии могут строиться с использо-

ванием котлов, работающих как на быстрых, так и на медленных нейтронах.

Атомные электростанции большой мощности несомненно будут вскоре построены в ряде районов Советского Союза.

ПЕРСПЕКТИВЫ МИРНОГО ПРИМЕНЕНИЯ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ

Ядерная энергия может быть также использована для двигателей на кораблях, подводных лодках, самолетах и т. д. Такие двигатели сравнительно тяжелы, но, как мы видели, они будут требовать небольшое по весу количество ядерного горючего. Поэтому корабли с двигателями, использующими ядерное горючее, будут совершать длительное плавание без захода на базы для погрузки горючего. Мощность двигателей этих кораблей, а следовательно, и скорость могут быть также значительно повышены по сравнению с мощностью и скоростью кораблей, использующих химическое горючее.

Важной проблемой является постройка самолетов с двигателями на ядерном горючем. Хорошо известно, что вес современных самолетов, использующих энергию сгорания нефтяных продуктов, резко возрастает при увеличении дальности полета. Такое резкое возрастание веса связано с необходимостью брать для дальних полетов большие запасы топлива, что требует повышения мощности моторов. Последнее в свою очередь приводит к увеличению расхода топлива. Эти обстоятельства ограничивают дальность полета современных самолетов.

Самолеты, использующие ядерное горючее, будут иметь вес, значительно превыша-

ющий вес современных самолетов. Однако поднявшись в воздух, такие самолеты сумеют пролететь весьма большие расстояния, например, вокруг земного шара, причем их вес практически не будет зависеть от дальности полета. Последнее объясняется незначительным весом расходуемого ядерного горючего. Не исключена возможность применений ядерного горючего для мощных взрывов с целью организованного выброса земли при производстве строительных работ большого масштаба. Ядерное горючее позволит осуществить ракеты, способные совершать межпланетные перелеты сначала с приборами для научных исследований, а потом и с пассажирами.

Мы перечислили ряд таких применений ядерного горючего, для реализации которых уже в настоящее время созданы необходимые научно-технические основы.

Однако наука никогда не стоит на месте. Уже сейчас поставлена и решается задача непосредственного преобразования ядерной энергии в электрическую, минуя стадию тепловой энергии.

Огромной важности задача преобразования ядерной энергии в химическую также разрабатывается современной наукой.

Весьма актуальной является проблема комплексного использования ядерной энергии — создание атомных энерго-химических комбинатов, где, наряду с синтезом ядерного горючего, будет получаться тепловая и электрическая энергия, а радиоактивные излучения будут применяться для производства ценных химических веществ.

Перспективы применения атомной энергии для мирных целей поистине безграничны.

ЛИТЕРАТУРА

«Правда», 1 июля 1954, 15 января 1955, 23 января 1955; С. Ю. Лукьянов. Основные представления экспериментальной ядерной физики, «Природа», 1955, № 3; М. В. Нейман. Применение радиоактивных изотопов в промышленности, «Природа», 1954, № 10; *его же*. Применение радиоактивных изотопов в машиностроении, «Вестник машиностроения», 1954, № 4; *его же*. Энергия атомного ядра, «Пропагандист и агитатор», 1954, № 6; М. И. Корсунский. Атомное ядро, Гостехиздат, 1952; А. Берте-

ло. От атома к атомной энергии, Изд-во Иностранной литературы, 1948; К. Гудмен и др. Научные и технические основы ядерной энергетики, т. I и II. Изд-во Иностранной литературы, 1948—1950; Э. В. Шпольский. Атомная физика, т. II, Гостехиздат, 1950; С. Глестон, М. Эдлунд. Основы теории ядерных реакторов, Изд-во Иностранной литературы, 1954; Д. Юа. Нейтронные исследования на ядерных котлах, Изд-во Иностранной литературы, 1954.



ПРОСТЫЕ ЧИСЛА

Профессор К. К. Марджанишвили



Уже на самых ранних стадиях своего развития человеческое общество сталкивалось с необходимостью пользоваться счетом, пользоваться целыми числами — членами бесконечной последовательности

$$1, 2, 3, 4, 5, \dots \quad (1)$$

или, как говорят, натурального ряда чисел.

Правда, сознание того, что этот ряд (1) содержит сколь угодно большие числа, могло получиться лишь в результате весьма длительного процесса; сперва люди умели считать, например, лишь до двух, трех, четырех, а все большие числа охватывались единым понятием «много». Отражением этого факта является существование в нашем языке «двойственного числа» (наряду с единственным и множественным); мы говорим: «один стол», «два стола», «три стола», «четыре стола», а затем «пять столов», «шесть столов» и т. д.

С целыми числами люди встречаются в самых разнообразных вопросах своей жизни; целые числа отражают множество количественных соотношений природы: число планет в солнечной системе — целое, число электронов в атоме — целое, число граней или ребер кристалла — целое.

Все вычисления по существу производятся с целыми числами, что становится очевидным даже при внешнем рассмотрении

счетных автоматов или арифмометров, а также математических таблиц, например таблиц логарифмов. После произведения операций над целыми числами, в определенных местах производится расстановка запятых, что соответствует образованию десятичных дробей; такие дроби, как и любые рациональные дроби, представляют отношение двух целых чисел. При действиях с любым иррациональным числом (например, π) мы фактически заменяем его рациональной дробью (считаем, например, что $\pi = \frac{314}{100}$ или что $\pi = \frac{22}{7}$).

Теория чисел представляет раздел математики, посвященный изучению свойств целых чисел (т. е. членов натурального ряда), к которым присоединяется число 0 и целые отрицательные числа, и некоторых более общих объектов. Существует глубокая связь между некоторыми труднейшими проблемами теории чисел и проблемами математического анализа, отражающая единство непрерывного и дискретного в природе.

Одним из основных вопросов теории чисел является исследование делимости одного целого числа на другое: если результатом деления целого числа a на целое число b (не равное, конечно, нулю) является целое число c , т. е. если $a = bc$, то говорят, что a делится на b или что b — делитель a ; если же

в результате деления целого a на целое b получается дробь, то говорят, что a не делится на b . Числа, делящиеся на два, называются четными, числа, не делящиеся на два, — нечетными. С вопросами делимости чисел приходится постоянно сталкиваться. Так, только если целое число n делится на k , то n объектов могут быть равномерно распределены по k группам. Если n представляет одно из чисел 1901, 1902..., 1999, то в феврале n -го года будет 29 дней, если n делится на 4, и 28, если n не делится на 4. Если идти по улице от центра Москвы, то дома с нечетными номерами расположены на левой стороне, а дома с четными номерами — на правой стороне улицы. Делимостью чисел пользуются для контроля громоздких вычислений. Например, известен способ контроля, основанный на признаке делимости на 9.

Свойства делимости чисел могут играть важную роль и в вопросах математического анализа; если, например, разложение функций по целым степеням x

$$f(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n + \dots \quad (2)$$

таково, что все нечетные коэффициенты равны нулю, т. е. если

$$f(x) = a_0 + a_2x^2 + a_4x^4 + \dots + a_{2k}x^{2k} + \dots,$$

то функция удовлетворяет условию

$$f(-x) = f(x).$$

Такая функция называется четной функцией, и график ее симметричен относительно оси ординат. Если же в разложении (2) равны нулю все четные коэффициенты, т. е. если

$$f(x) = a_1x + a_3x^3 + \dots + a_{2k+1}x^{2k+1} + \dots,$$

то

$$f(-x) = -f(x).$$

В этом случае функция называется нечетной, а график ее симметричен относительно начала координат. Так, например, если x представляет угол, выраженный в радианах, то в анализе доказываем, что

$$\sin x = x - \frac{x^3}{3!} + \frac{x^5}{5!} - \dots \quad (\text{функция нечетная}),$$

$$\cos x = 1 - \frac{x^2}{2!} + \frac{x^4}{4!} - \dots \quad (\text{функция четная}).$$

Простым числом называется целое число (большее единицы), не имеющее других целых положительных делителей, кроме еди-

ницы и самого себя. Простыми числами являются, следовательно, числа:

$$2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19, 23, 29, \dots \quad (3)$$

О фундаментальной роли простых чисел в теории чисел говорит ее основная теорема: всякое целое $N > 1$ может быть представлено в виде произведения простых чисел (возможно, с повторяющимися сомножителями), т. е. в виде

$$N = p_1^{a_1} p_2^{a_2} \dots p_k^{a_k}, \quad (4)$$

где $p_1 < p_2 < \dots < p_k$ — некоторые простые числа и $a_1, a_2, \dots, a_k$, целые, большие или равные единице, причем представление N в форме (4) является единственным. К разложению целых чисел на простые сомножители мы прибегаем, например, при приведении двух дробей к общему знаменателю.

Существование простых чисел было подмечено еще в глубокой древности. Великий греческий математик Евклид (III век до н. э.) доказал, что простых чисел существует бесчисленное множество. Доказательство того, что простых чисел не может быть только K , где K — фиксированное целое число, таково. Пусть $p_1, p_2, \dots, p_k$ — простые, тогда число

$$m = p_1 p_2 \dots p_k + 1,$$

как всякое целое больше 1, или будет простым, или имеет простого делителя. Но m не может делиться ни на одно из простых чисел $p_1, p_2, \dots, p_k$, так как разность $m - p_1 p_2 \dots p_k$ равна единице (если бы m делилось, например, на p_1 , то мы имели бы $m = h p_1$, где h целое и $p_1(h - p_2 \dots p_k) = 1$, т. е. получилось бы, что 1 делится на p_1 , что, разумеется, невозможно); следовательно, кроме простых $p_1, p_2, \dots, p_k$, существует еще некоторое простое p_{k+1} (не превосходящее m), и потому множество простых чисел не может быть конечным. Таким образом, как бы далеко мы ни зашли в последовательности (1) всех натуральных чисел, нам всегда будут встречаться члены последовательности (3) простых чисел; при этом внимательное рассмотрение последовательности (3) приводит к выводу о чрезвычайно сложной ее структуре: то встречаются такие простые числа, разность между которыми равна двум, а то такие идущие друг за другом члены последовательности (3), разность между которыми очень велика. Вместе с тем, таблицы простых

чисел показывают, что «в среднем» простые числа встречаются с ростом чисел все реже.

Каково число простых чисел, не превосходящих x ? Обозначим это число через $\pi(x)$. Тогда, например, $\pi(20)=8$, так как 2, 3, 5, 7, 11, 13, 17, 19 — все простые числа, не превосходящие двадцати; $\pi(3,14)=2$, так как 2 и 3 — все простые, не превосходящие числа 3,14. Как мы видели, $\pi(x) \rightarrow \infty$ при неограниченном возрастании x . По какому же закону возрастает функция $\pi(x)$? В течение длительного времени математики старались найти явное выражение для $\pi(x)$ через известные функции от x , или же указать такую функцию от x , которая сравнительно мало отличалась бы от $\pi(x)$. Попытки первого рода не привели к положительным результатам, тогда как изучение таблиц простых чисел привело знаменитого французского математика Лежандра к выводу, что $\pi(x)$ сравнительно мало отличается от $\frac{x}{\ln x}$ (где $\ln x$ — натуральный логарифм x); к подобному же выводу пришел и великий немецкий математик Гаусс. Однако и Лежандр, и Гаусс, и другие ученые ограничивались здесь лишь догадками и не доказали никаких фактов, относящихся к функции $\pi(x)$.

Французский математик Бертран в ходе своих исследований в области алгебры пришел к необходимости доказать следующее утверждение, справедливость которого он до некоторого предела проверил по таблицам: если $n > 1$, то между n и $2n$ лежит по крайней мере одно простое число. Даже это на первый взгляд почти очевидное утверждение не могло быть доказано ни Бертраном, ни многими другими математиками, старавшимися доказать «постулат Бертрана».

Первым, кто со времен Евклида добился действительного существенного продвижения в труднейшем вопросе о распределении простых чисел, был великий русский математик академик Пафнутий Львович Чебышев, который в 1850 г. доказал не только постулат Бертрана, но и несравненно большее, а именно, что при достаточно больших x выполняются неравенства

$$0,9 \cdot \frac{x}{\ln x} < \pi(x) < 1,1 \cdot \frac{x}{\ln x}. \quad (5)$$

Из доказанного П. Л. Чебышевым соотношения (5), в частности, вытекает, что число

простых чисел, лежащих между n и $2n$, неограниченно возрастает вместе с n . Следует отметить, что в своих работах по теории простых чисел Чебышев применял введенную Эйлером функцию¹ $\zeta(s)$, а также ввел в рассмотрение функцию

$$\theta(x) = \sum_{p \leq x} \ln p, \quad (6)$$

т. е. логарифм произведения всех простых чисел, не превосходящих x .

Систематическое изучение функции $\zeta(s)$ при комплексных значениях аргумента s было проведено во второй половине XIX в. знаменитым немецким математиком Риманом. В 1896 г. французский математик Адамар, исходя из общих соображений теории функций комплексного переменного и основываясь на исследованиях Римана, относящихся к функции $\zeta(s)$, показал, что определенная равенством (6) функция Чебышева $\theta(x)$ удовлетворяет соотношению

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\theta(x)}{x} = 1;$$

отсюда уже относительно легко было показать, что

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\pi(x)}{\frac{x}{\ln x}} = 1. \quad (7)$$

Таким образом, понадобилось почти полвека для того, чтобы от результата Чебышева (5) перейти к предельному соотношению (7). В дальнейшем были установлены формулы, выражающие $\pi(x)$ с большой степенью точности; лучших результатов в этом направлении добился профессор Н. Г. Чудаков применивший к изучению $\pi(x)$ созданный

¹ Функция от аргумента s , определенная при $s > 1$ равенством

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

($\sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$ означает, что суммируются члены $\frac{1}{n^s}$ от $n=1$ до бесконечности), играет важную роль в теории чисел, а также и в математическом анализе. Заметим вскользь, что

$$\zeta(2) = 1 + \frac{1}{2^2} + \frac{1}{3^2} + \dots = \frac{\pi^2}{6}.$$

При $s=1$ ряд, определяющий функцию, расходится.

академиком И. М. Виноградовым мощный метод решения задач теории чисел — так называемый метод тригонометрических сумм, о котором будет сказано ниже. Применение метода И. М. Виноградова позволило также Н. Г. Чудакову значительно уменьшить те границы, в которых можно гарантировать наличие хотя бы одного простого числа. Именно, ранее было установлено, что если рассмотреть последовательность

$$1^{250}, 2^{250}, 3^{250}, 4^{250}, n^{250}, \dots (n+1)^{250}, \dots \quad (8)$$

то, начиная с некоторого места, между двумя ее соседними членами, т. е. между n^{250} и $(n+1)^{250}$, лежит хотя бы одно простое число. Следует отметить, что, как это вытекает из формулы бинорма $(n+1)^{250} - n^{250} > 250n^{249}$, эта разность очень велика. Н. Г. Чудакову удалось заменить последовательность (8) последовательностью

$$1^4, 2^4, 3^4, \dots n^4, (n+1)^4, \dots \quad (9)$$

значительно менее редкой, чем последовательность (8), однако также содержащей по крайней мере одно простое число между ее двумя последовательными членами, т. е. между n^4 и $(n+1)^4$, начиная с некоторого n . Впоследствии этот результат был еще несколько уточнен.

Знаменитый немецкий математик XIX в. Дирихле доказал, что если k и l — взаимно простые (т. е. не имеющие общих делителей) целые положительные числа, то арифметическая прогрессия $kx + l$ содержит бесчисленное множество простых чисел. Таким образом, существует, например, бесчисленное множество простых чисел вида $10x + 9$. Простыми числами, принадлежащими данной арифметической прогрессии, будут, в частности, числа 19, 29, 59, 79, 89, 109; наименьшим из этих чисел является число 19. Какова же та граница, которую заведомо не превосходит наименьшее простое число в прогрессии $kx + l$? Член-корреспондент Академии наук СССР Ю. В. Линник доказал существование абсолютной постоянной C , обладающей тем свойством, что в любой прогрессии $kx + l$ (k и l — взаимно простые) обязательно найдется хотя одно простое, меньшее k^C . Попутно следует отметить, что Ю. В. Линнику принадлежат весьма важные исследования, относящиеся к изучению функции $\zeta(s)$ и более общих функций.

Как уже упоминалось выше, наилучшие

результаты в вопросе о распределении простых чисел были получены при помощи применения развитого И. М. Виноградовым метода оценки тригонометрических сумм.

Тригонометрической суммой называется сумма вида

$$\sum_{A < x < B} e^{2\pi i f(x)},$$

где $f(x)$ — некоторая вещественная функция от x , причем суммирование производится по всем целым значениям x , лежащим между A и B , или же по определенной части этих значений, например по простым числам, лежащим между A и B . Так как модуль $e^{2\pi i u}$ при действительном u равен единице, а модуль суммы нескольких слагаемых не превосходит суммы модулей этих слагаемых, то

$$\left| \sum_{x=1}^P e^{2\pi i f(x)} \right| \leq P. \quad (10)$$

Если $f(x)$ при всех рассматриваемых целых значениях x принимает целые значения, то каждое слагаемое тригонометрической суммы будет равно единице, так как при целом u

$$e^{2\pi i u} = \cos 2\pi u + i \sin 2\pi u = 1$$

и улучшить оценку (10) невозможно. В ряде случаев, однако, как показал И. М. Виноградов, оценку (10) удастся сделать гораздо более точной за счет того, что часть входящих в сумму косинусов будет положительной, а другая часть — отрицательной, в силу чего действительная часть суммы будет мала по сравнению с P ; аналогичное обстоятельство имеет место и для мнимой части суммы.

Для получения этих оценок И. М. Виноградову пришлось преодолеть громадные трудности, зато применение установленных оценок тригонометрических сумм оказалось весьма плодотворным. Созданный И. М. Виноградовым метод тригонометрических сумм позволил ему решить ряд труднейших проблем теории чисел. В частности, в 1937 г. И. М. Виноградов разрешил знаменитую «проблему Гольдбаха», доказав, что всякое достаточно большое нечетное N представимо в виде суммы трех простых чисел:

$$N = p_1 + p_2 + p_3. \quad (11)$$

В своем доказательстве И. М. Виноградов использовал тот факт, что при целом x

$$\int_0^1 e^{2\pi i x \alpha} d\alpha = \begin{cases} 0, & \text{если } x \neq 0 \\ 1, & \text{если } x = 0 \end{cases}$$

и, следовательно, число $I(N)$ простых чисел, удовлетворяющих уравнению (11), будет выражаться в виде интеграла

$$I(N) = \int_0^1 \sum_{p_1 < N} \sum_{p_2 < N} \sum_{p_3 < N} e^{2\pi i \alpha (p_1 + p_2 + p_3 - N)} d\alpha, \quad (12)$$

где суммирование производится по всем простым p_1, p_2, p_3 , меньшим N . Равенство (12) можно записать так:

$$I(N) = \int_0^1 \left(\sum_{p < N} e^{2\pi i \alpha p} \right)^3 e^{-2\pi i \alpha N} d\alpha.$$

Промежуток интегрирования от 0 до 1 разбивается на ряд специальным образом выбранных промежутков, которые относятся к двум классам. К первому классу относятся те промежутки, для которых соответствующие α хорошо приближаются рациональными дробями с относительно небольшими знаменателями, а ко второму классу — остальные промежутки.

На интервалах второго класса применима установленная И. М. Виноградовым оценка тригонометрической суммы

$$\sum_{p < N} e^{2\pi i \alpha p},$$

ввиду чего можно доказать, что модуль суммы интегралов по промежуткам второго класса при достаточно большом N мал по сравнению с модулем суммы интегралов по промежуткам первого класса; что же касается последней суммы, то путем ряда преобразований ее удастся представить в сравнительно легко обозримой форме и таким образом получить выражение для числа решений уравнения (11)

Проблема Гольдбаха, возникшая в 1742 г. из переписки Эйлера с Гольдбахом, оставалась перед тем нерешенной в течение почти двух столетий, несмотря на усилия многих выдающихся математиков; результаты академика И. М. Виноградова произвели огромное впечатление на математиков всего мира, а сам И. М. Виноградов был избран почетным членом ряда крупнейших академий. Необходимо отметить, что созданный И. М. Виногра-

довым метод тригонометрических сумм имеет важные применения не только в теории чисел, но и в других областях математики.

Как мы видели, в соответствии с равенством (4), простые числа играют фундаментальную роль при мультипликативном представлении целых чисел, т. е. при представлении их в виде произведения сомножителей: равенство же (11) дает аддитивное представление нечетного числа через простые, т. е. представление его в виде суммы простых слагаемых (нетрудно видеть, что из равенства (11) вытекает представимость четного числа в виде суммы не более чем четырех простых слагаемых). Таким образом, теорема Виноградова — Гольдбаха устанавливает глубочайшую связь между аддитивными и мультипликативными свойствами чисел.

Наличие в теории чисел, одной из областей которой является изучение простых чисел, трудных задач, в соединении с тем, что целое число представляет собой простейшее математическое понятие, теснейшим образом связанное с объективной реальностью, приводит к появлению новых идей и развитию мощных методов, имеющих значения не только для теории чисел, но и для других разделов математики. Так, например, громадное влияние на все развитие математики оказала идея бесконечности натурального ряда чисел, отражающая бесконечность материального мира в пространстве и во времени. Изучение действий над целыми числами приводит к понятию математической операции, играющему основную роль в ряде разделов математики.

Теория чисел оказывает влияние на развитие многих математических дисциплин: математического анализа, геометрии, алгебры, теории вероятностей и т. д. На теорию чисел существенно опирается машинная математика. В свою очередь, теория чисел широко пользуется результатами и методами других разделов математики.

КАРА-КУМСКИЙ КАНАЛ

В. Н. Кунин

Член-корреспондент Академии наук Туркменской ССР



В Туркменистане — самой южной из республик Советского Союза — площадь орошаемых земель составляет около 400 тыс. га. Возможности расширения уже в ближайшие годы посевов хлопчатника здесь очень значительны. О том, насколько увеличатся в республике эти посевы после сооружения Кара-Кумского канала, красноречиво говорит следующее: только первая очередь канала обеспечит полив 100 тыс. га. Это четвертая часть всей орошаемой ныне в Туркменистане земли.

На юге республики пустуют огромные, удобные для орошения земельные массивы. Среди них выделяются плоские обширные дельты рек Мургаба и Теджена. Пустуют к тому же большие земельные площади, частично ранее орошавшиеся и расположенные вплотную к оазисам.

Реки Мургаб и Теджен «никуда» не впадают. Их дельтовые протоки слепо заканчиваются среди песчаной пустыни Кара-Кумов, которая окружает плодородные глинисто-супесчано-суглинистые равнины дельт. Равнины эти могут давать при орошении высокие урожаи.

В дельте Мургаба площадь пригодных к орошению земель составляет около 350 тыс. га, в дельте Теджена — около 1 млн. га. Орошается же в настоящее время в дельте Мургаба всего около одной трети, а в дельте Теджена — едва десятая часть этих земель. При этом речь идет о землях, либо не требую-

щих мелиорации, либо требующих ее в незначительных размерах. Если сюда включить земли, пригодные к орошению при значительных мелиорациях, то общая площадь орошаемых полей может вырасти в несколько раз.

Чем же вызвано такое поразительное несоответствие между фондом хороших, пригодных к орошению и расположенных вплотную к оазисам земель и фактической поливной площадью? Причина — в чрезвычайной ограниченности водных ресурсов. Это не только исключает возможность расширения орошаемых площадей, но и ведет — в годы низкой водообеспеченности — к засухам и потере урожая на давно освоенных площадях.

Средний многолетний сток р. Мургаб составляет около 50 м³/сек. Водосборный бассейн Мургаба расположен в средне- и низкогорных условиях, где таяние снега происходит весной. Тогда же выпадает здесь и основное количество обложных дождей, влияющих на сток. Эти причины определяют резко выраженный, но короткий весенний паводок Мургаба с расходом воды в среднем 200 м³/сек. В отдельные годы паводок может значительно колебаться. Летом Мургаб питается почти только подземными водами, и расходы в реке резко падают.

Общий годовой сток Мургаба оценивается в среднем в 1,8 млрд. м³. Если бы этот сток

использовался полностью и распределялся по всей пригодной к орошению площади в дельте Мургаба, это дало бы около 5 тыс. м³ поливной воды на 1 га, не считая неизбежных в известном минимуме потерь. Такое количество воды недостаточно для орошения хлопчатника и других ценных культур, требующих многократных поливов. Для устойчивого орошения любой, даже небольшой площади естественный режим стока Мургаба совершенно непригоден, а относительно мощный кратковременный весенний паводок и минимальные расходы летом, когда вода более всего нужна для полива, обуславливают необходимость искусственного регулирования стока. На Мургабе после присоединения Закаспия к России было создано Мургабское государево имение — собственность царской фамилии. С целью развития хлопководства в имении были построены плотины и регуляторы. Была сооружена первая в Средней Азии Гиндукушская гидроэлектростанция. Все эти устройства касались преимущественно царского имения. По соседству с технически относительно удовлетворительными системами существовали «туземные» системы, сохранившие средневековую технику и родовые каналы с феодально-байским «порядком» распределения воды.

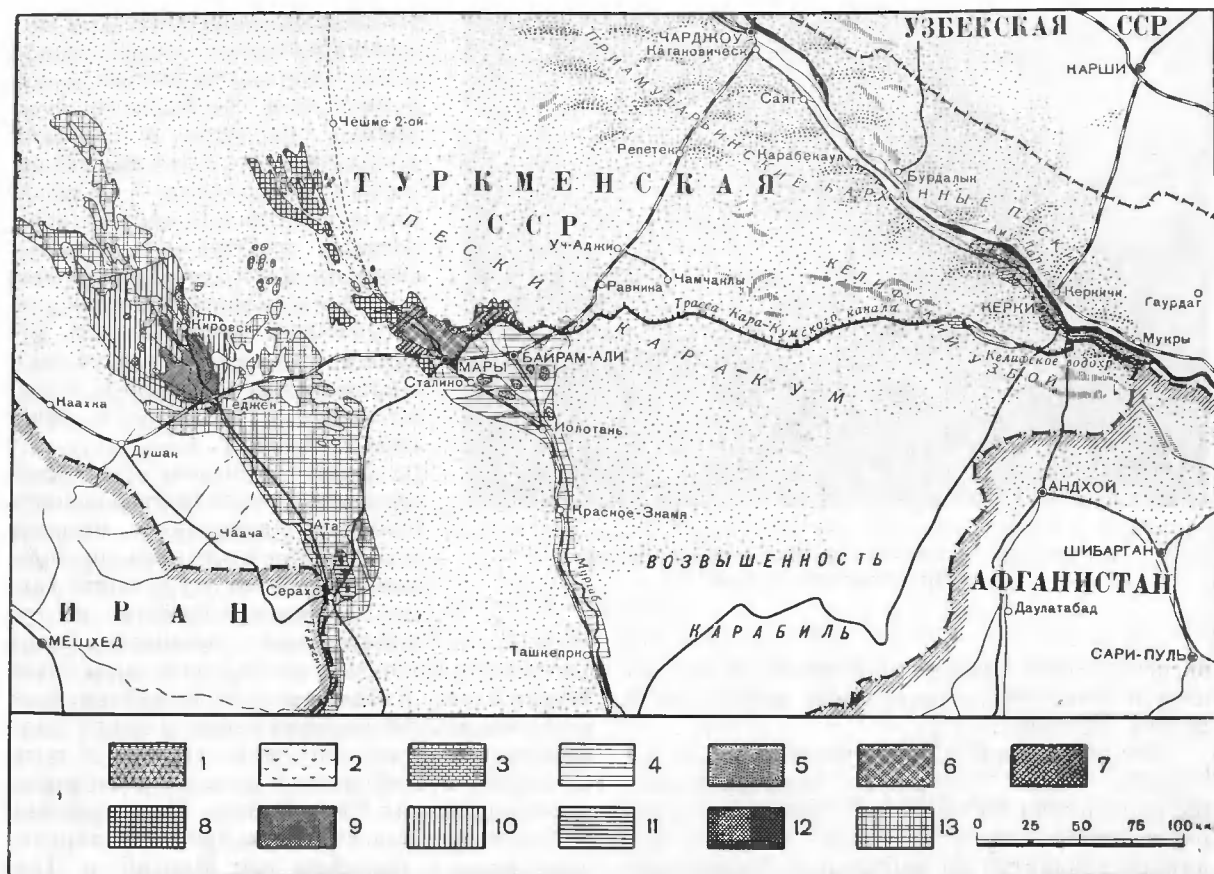
Русская техническая мысль столкнулась на Мургабе с большими трудностями. Их преодоление потребовало крупных исследовательских работ, результаты которых сохранили и сейчас свое значение. После Великой Октябрьской социалистической революции в Мургабское ирригационное хозяйство были вложены огромные средства и труд. Переустроено водное хозяйство — старые туркменские плотины заменены новыми инженерными, а старые инженерные плотины реконструированы и улучшены. Построены также новые регуляторы и различные гидротехнические узлы. В результате сток Мургаба зарегулирован теперь пятью водохранилищами. Крупнейшее из них — Ташкепринское, емкостью в 150 млн. м³. Оно построено в конце тридцатых годов. Общий объем всех водохранилищ — около 250 млн. м³.

В средний год плановые нормы орошения хлопчатника выдерживаются в размерах, близких к 100%. Общий коэффициент полезного действия систем составляет в средний год 0,54, а коэффициент внутриводного

использования воды колеблется от 0,90 до 0,99. Все это привело к тому, что использование стока на Мургабе определяется цифрой до 94%, и при среднегодовом стоке в 50 м³/сек орошаемая площадь превышает 100 тыс. га. При этом в ряде районов хлопчатник занимает около половины орошаемой площади. И все же нехватка воды в Мургабском оазисе ощущается весьма остро. Это не позволяет осуществить правильные севообороты, нередко приводит к посушке люцерны, овощей, дынь, а в годы со стоком ниже среднего (они случаются довольно часто и иногда бывают несколько лет подряд) ведет к снижению или потере части урожая хлопка.

Но все же внутренние резервы Мургабского оазиса нельзя считать исчерпанными. Ирригационное хозяйство требует здесь еще значительных улучшений. Местами, к сожалению, наблюдаются переполивы, которые ведут не только к снижению урожая и нерациональному расходованию воды, но и к засолению почв. Агротехника далеко не везде на должной высоте. Есть возможность соорудить по крайней мере еще одно крупное водохранилище — Сары-Язинское. Однако все это позволит лишь сравнительно немного улучшить состояние оросительного хозяйства и несколько увеличить площадь поливных полей. Дело в том, что невозможно использовать больше тех 50 м³/сек, которые в среднем дает Мургаб. Для того чтобы в Мургабском оазисе значительно расширить площади орошения, необходимо привлечь воду со стороны, извне Мургабского бассейна.

На р. Теджен дело обстоит еще сложнее. Хотя значительная часть бассейна Мургаба также находится за рубежом, его сток приходится к нам все же в слабо искаженном виде, так как там нет подходящих условий для широкого развития орошаемого земледелия. Река же Герируд (так называется Теджен выше его слияния со своим последним левым притоком Кешефрудом) орошает крупнейший в Афганистане Гератский оазис, а притоки Герируда — Джамруд и Кешефруд — полностью разбираются на орошение в Иране. Обстановка на Теджене складывается примерно такая: если зима на водосборе многоснежная, а весеннее таяние снега дружное, усиленное к тому же дождями, то по Теджену проходит паводок с расходом до 600 м³/сек. Достигая дельты, воды паводка, пере-



Схематическая карта Кара-Кумского канала. Приамударгинская зона и песчано-глинистая равнина: 1 — существующие площади орошения, 2 — площади освоения первой очереди, 3 — площади освоения второй очереди. Бассейн Мурзаба, площади выше трассы: 4 — существующие площади орошения, 5 — площади освоения первой очереди; бассейн Мурзаба, площади ниже трассы: 6 — существующие площади орошения, 7 — площади освоения первой очереди, 8 — площади освоения второй очереди. Бассейн Теджена, дельта Теджена: 9 — существующие площади орошения, 10 — площади освоения второй очереди; бассейн Теджена, Серахская дельта: 11 — площади улучшения орошения, 12 — площади освоения второй очереди; 13 — другие земли в бассейне Теджена, в перспективе пригодные для орошения

полная протоки и каналы, уходят далее на север и вторгаются глубоко в Кара-Кумы, в основном бесполезно теряясь. Если же таяние на водосборе замедлено, а пик паводка растянут и попадает частично в зарубежные системы, то паводок приходит к нам в «нормальном» виде — с расходами на максимум в 100—200 м³/сек. И, наконец, если зима малоснежная, то почти весь паводочный сток разбирается за нашими пределами.

Создавать на такой базе устойчивое плановое поливное хозяйство, да еще с хлопково-люцерновым севооборотом, естественно, не

представляется возможным. И потому в дельте Теджена культивировались главным образом зерновые и бахчи с ограниченным поливом. Посушки больших площадей и потери урожая являлись «нормальными» для земель Нижнего Теджена. Понятно, что в таких условиях Тедженская оросительная система, технически слабо оснащенная, располагала по существу только одним крупным инженерным сооружением — Карры-Бентским подпорным распределителем, делившим паводочный сток по вееру магистральных каналов дельты.

Этими причинами и объясняется резкое



Река Аму-Дарья — мощный источник питания
Кара-Кумского канала

Фото З. Виноградова

чительным опытом высокой механизированной агротехники орошаемого земледелия и хорошо знает, наряду с возделыванием фруктов и овощей, продуктивные хлопково-люцерновые севообороты. Районы эти относительно хорошо обеспечены железными (Ашхабадская ж. д. и ее Кушкинская ветка) и многочисленными автогужевыми дорогами. В будущем небольшие суда из Аму-Дарьи пройдут по Кара-Кумскому каналу, Мургабу и отчасти по Теджену.

Таким образом, здесь есть все возможности быстро освоить большие земельные массивы под высококультурное орошаемое земледелие и улучшить также поливное хозяйство на существующих площадях, при

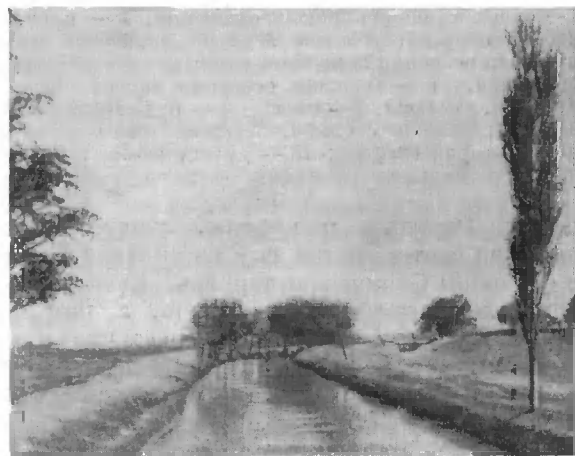
несоответствие между пригодной к орошению и фактически орошаемой площадью в дельте Теджена.

После Великой Отечественной войны на Теджене было построено водохранилище объемом около 150 млн. м³. Оно создало гарантированное (если приходит паводок) поливное хозяйство на небольшой сравнительно площади. Здесь с первого же года собирают хорошие урожаи хлопка. Срезая пик паводка, а иногда забирая его целиком¹, водохранилище устранило в известной степени стихийность, отрегулировав водоподачу к низовым землям Теджена. Как и на Мургабе, здесь также есть возможность путем устройства новых водохранилищ увеличить площадь орошения, но и тут без привлечения «посторонней» воды нельзя значительно увеличить поливные площади и коренным образом улучшить состояние ирригации.

Земли Южного Туркменистана — и среди них дельты Мургаба и Теджена — благодаря своему климату пригодны для поливного культивирования и получения высоких урожаев наиболее ценных позднеспелых, длинноволокнистых сортов хлопчатника.

В этих районах население обладает зна-

условии подачи дополнительной воды извне Мургабского и Тедженского бассейнов. Еще до Великой Отечественной войны решено было приступить к пропуску аму-дарьинской воды по руслу Келифского Узоя на обводнение пастбищ Южных Кара-Кумов. В дальнейшем намечалось осуществить подачу аму-дарьинской воды в бассейны рек Мургаб и Тед-



Босага-Керкинский магистральный канал на юго-западной окраине Аму-Дарьинского оазиса. Этот канал превращается в начальный участок Кара-Кумского канала. Снимок 1948 г.

Фото М. Петрова

¹ Говоря о паводке Теджена, следует помнить, что речь идет не о всем паводке, а о той его части, которая достается нам после зарубежного водозабора.

жен для дальнейшего развития там орошения. Хотя война помешала в то время развернуть работы, но все же и в трудных условиях военных лет велись изыскания. После войны эти изыскания значительно расширились. Инженер И. В. Болтенков составил проект, а после его утверждения развернулось широкое водохозяйственное строительство, в том числе Кара-Кумского канала, о значении сооружения которого подробно говорится в известном Постановлении Совета Министров СССР и Центрального Комитета КПСС от 20 апреля 1954 г. «О дальнейшем развитии хлопководства в Туркменской ССР на 1954—1958 годы». В этом Постановлении предусмотрено также составление к 1956 г. проектного задания второй очереди Кара-Кумского канала. Таким образом, через 3 года должна быть сдана в эксплуатацию первая очередь Кара-Кумского канала, а через год — закончено составление проектного задания второй очереди.

* * *

Кара-Кумский канал имеет большую историю. Русская техническая мысль издавна работала над проблемой переброски воды из



Келифский сбросный канал, по которому, после его расширения, пройдут воды Кара-Кумского канала. Снимок 1928 г.



Приамударьинская барханная полоса, через которую был проведен Келифский сбросный канал, соединивший Босага-Керкинский канал с Келифским Узбоем

Аму-Дарьи, сток которой процентов на 80 бесполезно испаряется с поверхности Аральского моря, на пустующие земли дельт Мургаба и Теджена и подгорных равнин Копет-Дага.

От Босаги до района Дейнау вдоль Аму-Дарьи тянутся сравнительно неширокой полосой невысокие, пригодные для орошения террасы. Они большей частью освоены. Правый коренной берег реки преимущественно высокий и малоприспособленный для орошения. Большая часть низменной террасы, занятой оазисом, приурочена к левому берегу.

К внешней окраине левобережной орошаемой террасы примыкают Низменные Кара-Кумы. Территория эта представляет собой древнюю аму-дарьинскую аллювиальную равнину, сложенную теми же песками, какие переносит и переоткладывает современная Аму-Дарья. Поверхность Низменных Кара-Кумов переработана эоловыми процессами и по условиям рельефа к орошению непригодна. Но глубоко в Кара-Кумы вдаются дельтовые равнины бывших притоков Аму-Дарьи — Теджена, Мургаба и Балха. Дельта Балха образует песчано-глинистую равнину Юго-Восточных Кара-Кумов, которая называется Обручевской степью — в честь академика В. А. Обручева, впервые описавшего ее в конце 80-х годов¹.

¹ См. «Природа», 1952, № 11, стр 27—38.

В настоящее время формирование дельты Балха прекратилось.

Реки Теджен, Мургаб и Балх переносят преимущественно мелкозернистые наносы — тонкие пески, пылеватые и глинистые частицы. Дельты их поэтому сложены мелкоземистыми наносами, образующими выровненные пространства, пригодные к орошению без сложных планировочных работ.

Обручевская степь расположена неподалеку от Аму-Дарьи, отделяясь от нее тугайной поймой, оазисной зоной и перемычкой песков, которые вместе составляют около 20 км. Западнее расположена Мургабская дельта, отделенная от Аму-Дарьи, считая по прямой от Босаги, трехсоткилометровым пространством, занятым большей частью песчаной пустыней. Огромный массив Тедженской дельты с запада вплотную примыкает к Мургабской дельте. Севернее железной дороги отложения обеих дельт смыкаются в один обширный контур. Вплотную к дельте Теджена подходит протянувшаяся на сотни километров к северо-западу широкая подгорная равнина Копет-Дага, которая представляет собой большой фонд пустующих земель. Среди них — значительные массивы пригодных для орошения площадей.

Поверхность Низменных Кара-Кумов обладает общим уклоном с востока на запад.

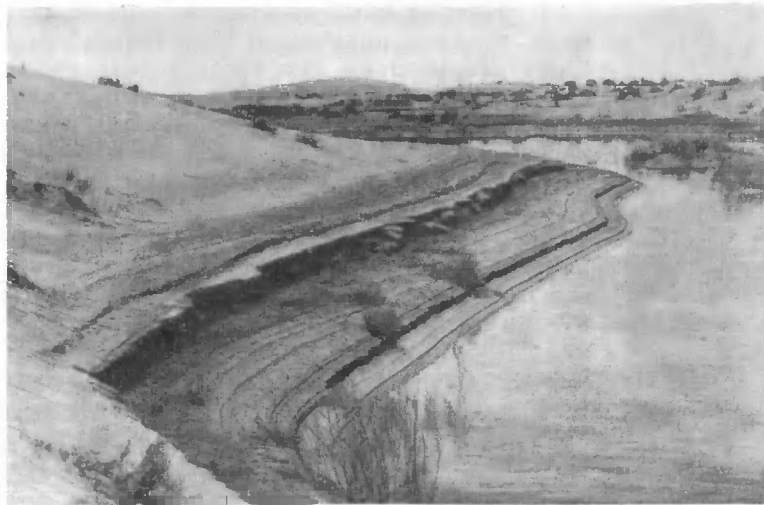
Размер этого уклона близок к уклону современной Аму-Дарьи. Аму-Дарья течет по восточной окраине аллювиальной равнины, занимая командное положение по отношению к Низменным Кара-Кумам. Это давно привело к мысли о возможности вывести из Аму-Дарьи воду и направить ее самотеком через Кара-Кумы к землям нового орошения.

Однако аллювиальная равнина Низменных Кара-Кумов — равнина только в общем, географическом, но не в буквальном смысле. Поверхность ее, занятая эоловыми песками, сильно пересечена: в рельефе часто сменяют друг друга повышения и понижения в 5—10—15 м. Хотя в Кара-Кумах преобладают закрепленные пески, вдоль левобережья Аму-Дарьи тянется крупнейший в СССР массив голых барханных песков — Приамударьинская барханная полоса.

Кроме того, современная долина Аму-Дарьи обладает небольшим врезом. Она отделена от Низменных Кара-Кумов как бы песчаным валом. Для преодоления его самотечным каналом требуется довольно значительная выемка. Необходимость преодоления песчаного «вала» и трудность, связанная с рытьем канала на большом расстоянии по пересеченной местности Кара-Кумов, заставили искать наиболее удобные «выходы» из долины Аму-Дарьи в Кара-Кумы и выдвинули мысль об использовании русла Келифского Узбоя.

Такой «выход» был найден в районе поселка Кизыл-Аяк. Здесь ширина барханной полосы всего 9 км, и в ней имеется понижение, ведущее к Келифскому Узбою. Во время сооружения на юго-западе оазиса Босаго-Керкинского магистрального канала по этому понижению был построен сбросный канал. Еще 26 лет назад здесь сбрасывались в Келифский Узбой излишки воды.

Келифский Узбой выходит на нашу территорию из Афганистана в виде системы солончаковых понижений — русел. В особо влажные годы по этим руслам приходят паводочные воды из системы Балха. Русло Келифского Узбоя про-



Первая аму-дарьинская вода среди барханных песков Юго-Восточных Кара-Кумов. Снимок 1928 г.

тянулось на северо-запад от долины Аму-Дарьи далеко в глубь Кара-Кумов, отделяя песчаную древнеаллювиальную равнину Кара-Кумов от Обручевской степи. Проходя первые десятки километров вблизи Аму-Дарьинского оазиса, русло постепенно отклоняется к западу, далеко в пустыню. Изменяется и характер русла. На нем проявляются песчаные перемычки, к северо-западу они становятся все длиннее. Наконец, Келифский Узбой превращается в систему замкнутых солончаковых впадин, отдельные группы которых отстоят друг от друга на десятки километров.

Пока Келифский Узбой представлялся исследователям сплошным или почти сплошным руслом, были предложения пропустить по нему воду для орошения Обручевской степи и дельты Мургаба. Но если Келифский Узбой и был бы целиком использован для самоотечного транзита воды, вода пришла бы к самой пониженной окраине дельты Мургаба, а провести ее оттуда самотеком на орошение не представлялось бы возможным. К тому же выяснилось, что менее чем на половине пути от Аму-Дарьи к дельте Мургаба непрерывность Келифского Узбоя исчезает, и заманчивая перспектива использования готового русла становится невозможной.

Одной из причин, послуживших стимулом к разработке вопроса о пропуске аму-дарьинских вод в Юго-Восточные Кара-Кумы, была Обручевская степь. Ее полого-волнистая и равнинная супесчанно-суглинистая поверхность, местами покрытая такырами, резко контрастирует с окружающими сильно пересеченными пространствами песков. Это создало предположение о наличии здесь большого массива пригодных к орошению земель. Такой массив, расположенный близ долины Аму-Дарьи, где значительные площади были уже освоены до революции, представлял, конечно, существенный экономический интерес для русских текстильных фабрикантов, стремившихся расширить собственные хлопковые посевы.



Солончаковые котловины Келифского Узбоя соединяются между собой пониженными перемычками, по которым вода идет узкими быстрыми протоками. Сотрудники изыскательской партии впервые в истории путешествуют по Кара-Кумам на лодке. Снимок 1928 г.

Исследования, однако, показали, что надежды, возлагавшиеся на Обручевскую степь, не оправдываются. Большого компактного массива хороших земель там не оказалось, а подать воду из Келифского Узбоя самотеком можно лишь на весьма ограниченный участок Обручевской степи.

В дореволюционные годы больше всего упорства в добывании средств и организации изысканий проявил военный инженер М. Н. Ермолаев¹, но наиболее серьезной следует, пожалуй, признать экспедицию В. В. Альбранда².

В первое десятилетие после Октябрьской революции существенный вклад в эту проблему сделал крупный русский гидротехник-ирригатор Ф. П. Моргуненков, предложивший свою проектную схему переброски воды к дельтам Мургаба, Теджена и далее вдоль Копет-

¹ См. М. Н. Ермолаев. Пропуск воды р. Аму-Дарьи в Мервский и Тедженский оазисы с целью орошения 516 000 десятин земли в восточной части Закаспийской области. 1908.

² См. Б. Х. Шлегель. Технический отчет экспедиции для обследования Кара-Кумской степи в 1911 году. Тихвин, 1912; Ф. И. Левченко. Почвы, грунты и грунтовые воды Кара-Кумской пустыни в связи с вопросами орошения ее. Киев, 1912.



Одна из солончаковых котловин Келифского Узоя. На заднем плане южный, левый берег Узоя — начало Обручевской степи. Снимок 1928 г.

Дага¹. Он, кстати сказать, был одним из инициаторов постройки Келифского сброса и частично осуществленного опытного обводнения района Келифского Узоя.

Наша отечественная инженерно-техническая мысль внесла серьезный вклад в проектные разработки, создав основу современных знаний по проблеме пропуска аму-дарьинских вод на пустующие земли. Все это существенно облегчило составление проекта Кара-Кумского канала.

Проект Кара-Кумского канала характеризуется в схеме следующими основными моментами.

Водозабор осуществляется без плотины на Аму-Дарье. Это устраняет необходимость больших затрат на строительство плотины на этой своенравной реке и позволяет в короткие сроки осуществить и ввести в эксплуатацию канал. Бесплотинный водозабор имеет, однако, один недостаток. Возможный захват воды в голове канала определяется естественным режимом реки — ее горизонтами, допускающими относительно ограниченное поступление воды в канал. Понятно, что при сооружении в дальнейшем подпорной плотины на Аму-Дарье можно будет использовать этот же канал для пропуска большего коли-

чества воды, реконструировав головное сооружение и увеличив сечение канала. Режим Аму-Дарьи, в противоположность Мургабу и Теджену, благоприятен для поливного хозяйства. Паводок начинается весной и продолжается все лето. Критическим периодом является только начало весны, когда подъем уровня в реке еще не начался, головы каналов забирают мало воды, а поля уже требуют предпосевных и ранних поливов.

Головное сооружение Кара-Кумского канала располагается возле поселка Босага. Русловой режим Аму-Дарьи чрезвычайно неустойчив и вызывает размывы и намывы берегов. Но, поскольку правый, противоположный берег Аму-Дарьи

на этом сечении сложен коренными породами, нет оснований ожидать значительных смещений береговой линии и в районе головного сооружения. Однако об абсолютной устойчивости берега здесь говорить не приходится. Известные смещения неизбежны, о чем свидетельствует опыт работы головной плотины Босага-Керкинского канала. Головное сооружение любого канала — его ответственнейшая часть. Особенно ответственным является, конечно, головное питание такой крупной магистрали как Кара-Кумский канал, от которого будет зависеть урожай обширных полей, работа промышленных и транспортных предприятий и т. п. Поэтому головной водозабор Кара-Кумского канала разработан в виде сложного узла нескольких подводящих каналов и собственно головных водозаборов, расположенных несколько отступая от реки, с системой отстойников и водовыпусков в магистраль и на сброс.

Первые 37 км канал проходит по аму-дарьинскому оазису, после чего, через перемычку длиной в 9 км, прорезающую барханную полосу, попадает в Келифский Узой. Келифский Узой используется на протяжении 80 км. Здесь потребуются расширительные и выправительные работы. В конце этого участка создается водоем объемом 350 млн. м³, с площадью зеркала около 80 км². Весь

¹ См. Ф. П. Моргунов и И. А. Севастьянов. Новая Туркмения. Иригационные перспективы Туркменской ССР. Ташкент, 1925.

этот участок будущей магистрали длиной более ста километров уже обводнен.

Вести дальше канал по Узбою невыгодно, так как вода окажется на чрезмерно низких отметках. Поэтому от Келифского водоема трасса покидает Узбой. На протяжении 213 км, до ст. Захмет, Ашхабадской ж.д., она пересекает сперва западную часть Обручевской степи (82 км) с относительно спокойным рельефом, а затем грядовые пески (131 км) с амплитудами колебания высот по трассе до 15 м и более. С 388-го километра трасса выходит на окраину Мургабской дельты с равнинным рельефом и местами с мелкобугристыми песками. Все расстояние по трассе от Аму-Дарьи до Мургаба составляет 437 км.

Канал строится с двух сторон. От Аму-Дарьи строительство идет с водой. Это позволяет использовать плавучие земснаряды и чрезвычайно упрощает как само строительство, так и бытовое и техническое водоснабжение. С Мургабской стороны строительство осуществляется посуху. Для водоснабжения строительства в западной части Кара-Кумского отрезка трассы используются грунтовые воды, а в дельтовом отрезке — вода из ирригационной сети Мургаба.

О масштабе строительства можно судить по объему земляных работ, составляющих 56 млн. м³. Расчетные скорости в канале принимаются такими, чтобы наносы проходили до Келифского водоема, который будет служить гигантским отстойником. Часть наносов, оседающих в головной части, будет удаляться гидравлическим способом и механизмами. Ниже Келифского водоема вода, согласно проекту, пойдет осветленной. Однако на первый период необходимо будет искусственно создавать мутность, чтобы обеспечить заиливание ложа канала. Это наиболее важно для участков грядовых песков, где из-за глубокого залегания грунтовых вод фильтрационные потери будут первые время значительными. Метод сооружения канала «по воде» позволяет частично провести замочку и заиливание ответственного его отрезка еще в период строительства.



Эта же котловина, снятая через несколько часов после заполнения ее аму-дарьинской водой. На заднем плане северный, правый берег Узбая — Приамударьинская барханная полоса. Снимок 1928 г.

В процессе строительства встает ряд проблем, в разрешении которых должны оказать содействие наши ученые. К этим проблемам относятся: обеспечение стройки в максимальной степени местными строительными материалами, разработка наиболее эффективных приемов борьбы с потерями воды на фильтрацию и испарение, закрепление песков.

Разбитых песков вдоль трассы мало. Но при сооружении выемок и дамб, использовании кустарников на топливо и вытаптывании прилегающей к каналу полосы возникновение отдельных пятен барханных песков неизбежно. Советская наука располагает сейчас эффективными приемами фитомелиорации песков пустыни — надо лишь, чтобы они были применены своевременно, тем более, что условия фитомелиорации в Юго-Восточных Кара-Кумах сравнительно благоприятны.

Закрепленные растительностью пески устраняют угрозу засыпания канала и автодороги, которая будет построена вдоль него. Но задача фитомелиорации не только в этом. На значительных отрезках трассы грунтовые воды залегают близко от поверхности. За счет смыкания с фильтрационными водами из канала в прилегающей полосе произойдет повышение грунтовых вод, а испарение их приведет к засолению. Задача фитомелиора-



Район прохождения трассы Кара-Кумского канала в Юго-Восточных Кара-Кумах. Заросли черного саксаула

Фото М. Петрова

ции — перевести бесполезное и даже вредное испарение в производительное. Для этого полосой вдоль трассы канала должны быть созданы высокоствольные насаждения строевой и топливной древесины и фруктовых деревьев — они будут иметь не только мелиоративное значение, но дадут и большой экономический эффект.

Основная задача канала — это, конечно, орошение. В районе верхнего участка канала, в Керкинском и Кизыл-Аякском районах Аму-Дарьинского оазиса будут удвоены площади под хлопчатником. За счет стока канала в Марыйской области будет обеспечен прирост самотечных орошаемых земель на площади около 100 тыс. га. Кроме того, резко улучшится водообеспеченность на 90 тыс. га существующего орошения на стоке Мургаба. На всех этих площадях произойдет значительное улучшение состава культур, а введение хлопково-люцерново-зерновых севооборотов (люцерна — не только первоклассная и высокоурожайная кормовая культура, но и азотонакопитель, лучший предшественник хлопчатника) позволит поднять урожайность во всем оазисе.

Одновременно строительство Сары-Язинского водохранилища еще более повысит регулирование и использование стока Мургаба, воду из которого теперь не нужно будет гнать на отдаленные участки дельты, так как они обеспечиваются водой из Кара-Кумского канала. Взаимное перераспределение воды Мургаба и канала и увязка водопользования по

разным срокам позволяют не только увеличить площадь орошения, но и улучшить использование воды, совершенствовать подбор выращиваемых культур.

Задачи науки в процессе подготовки и освоения земель весьма разнообразны. Большое значение имеет селекция и подбор лучших сортов технических (в первую очередь хлопчатника), пищевых и кормовых культур. Благоприятные климатические и почвенные условия сами по себе ничего не определяют, надо суметь их полностью использовать. Помимо значительного повышения сбора хлопка, существенно увеличатся люцерновый и зерновой клины. Это явится мощным толчком для роста стойлового животноводства и значительного увеличения производства молочных продуктов, в первую очередь масла, которое издавна славилось в этих районах высоким качеством. Рост фруктовых насаждений и виноградников потребует развития консервной и винодельческой промышленности. Предусматривается большой рост пчеловодства. Ведь пчела — не только медонос, но и опылитель хлопчатника.

Главная задача эксплуатационной службы ирригации будет заключаться в оптимальном использовании воды, строгом соблюдении гидромодуля, планов, сроков и норм поливов.

Необходимо учитывать, что гидромелиоративные условия Мургабской, а тем более Тедженской дельты, не легки. При слабом оттоке грунтовых вод и близком их залегании, чрезвычайно легко ухудшить или вывести из строя почвы из-за их засоления и заболачивания, если только строго не соблюдать условий эксплуатации. Поэтому одна из главнейших задач сейчас — это составление глубоко продуманного гидромелиоративного районирования. Такое районирование должно учитывать не только весь комплекс природных условий, но и возможные его изменения в зависимости от подбора культур, методов, сроков и норм полива, системы дренажа и т. д.

Кроме ирригации, Кара-Кумский канал решает широкий комплекс других вопросов. Канал обеспечивает создание водного пути Аму-Дарья — Мургаб. Он резко улучшает промышленное и коммунальное водоснабжение городов, сельского населения и железнодорожных станций; создает возможность для развития рыбных и охотничьих промыслов;

обеспечивает возможность разведения столь необходимой здесь древесины.

Описание второй очереди Кара-Кумского канала можно будет сделать лишь после того, как его проект будет составлен и утвержден. Принципиальное же направление проекта, в схеме уже составленного тем же автором, что и первой очереди, ясно. Поступление воды в канал увеличивается примерно в 2-2,5 раза за счет усиления головного питания и расширения водного тракта. На увеличенном стоке осуществляется дополнительный рост поливной площади в дельте Мургаба. Канал подводится к массиву Тедженской дельты. Здесь будет орошен заново большой массив, причем задача заключается в том, чтобы провести канал с минимально возможным уклоном, дабы обеспечить водами лучшие земли Теджена и иметь возможность с наибольшими отметками выйти на подгорную равнину Копет-Дага.

Необходимо учитывать, что, начиная с восточного края Тедженской дельты, расположенной рядом с Мургабской, и далее на запад и северо-запад, вода канала может быть использована почти на каждом километре. Здесь можно будет избежать холостых транзитов. Новые плотины на Теджене, не очень эффективные сами по себе, в комплексе с водами Кара-Кумского канала допускают оптимальное использование воды Теджена, лишённого летом стока.

Подземные воды подгорной равнины Копет-Дага, ресурсы которых сами по себе, так сказать в «чистом» виде, также не очень велики, приобретают большое значение. Дело в том, что лучшие для орошения земли подгорной равнины обычно значительно удалены от источников подземных вод, приуроченных главным образом к предгорьям. Канал позволит оросить указанные земли, а подземные воды могут быть полностью использованы поблизости от точек их вскрытия либо для орошения, либо для питания коммунальных и промышленных водопроводов — ведь подземные воды наиболее удобны именно для этих целей.

Наконец, несколько слов относительно обводнения пустыни. В самом деле — что такое обводнение пустыни? Это — в первую очередь сеть широко разбросанных по большой пастбищной территории источников водоснабжения — в данном случае это колодцы, дождевые ямы и сардобы. Каждая из таких точек



На западном участке строительства Кара-Кумского канала. Июнь, 1954 г.

Фото М. Петрова

обслуживает небольшую площадь с радиусом отгона в 3—10 км и может обладать скромными водными ресурсами — значительно менее 1 л в секунду.

Канал, идущий через пустыню, может, при известном допущении, рассматриваться как линия колодцев, расположенных на расстоянии 5—10 км один от другого; чаще они для обеспечения развития животноводства просто не нужны. Достаточно, чтобы на 100 км такой линии суммарная производительность колодцев была бы не более 5—10 л воды в секунду. Это позволит обеспечить водопоем от 100 до 200 тыс. овец. Если по каналу, допустим, идет только 1 м³/сек воды (а в Кара-Кумском канале будет примерно в сто раз больше), то этой воды хватит на 20 млн. овец, т. е. в 100 раз больше, чем может поместиться на прилегающей полосе в радиусе отгона. Следовательно, если канал рассматривать как водопойную базу, надо строить ответвления для подачи воды на более удаленные пастбища, которые в некоторых случаях могут быть обеспечены местными водами. Следовательно, основной смысл обводнения не в этом. Нам представляется, что задача обводнения — это использование вод канала в комплексе с местными водами. Как водопойную базу сток канала можно будет использовать только там, где нет возможности получить местные воды.

Главная задача обводнения — обеспечить животноводство кормами. В зоне канала расположены обширные пастбища. Но в небла-

благоприятные годы животноводство терпит здесь урон. Это слабая сторона высоко-рентабельного отгонного животноводства. На поливе из канала должны быть созданы гарантированные запасы страховых кормов. Кроме того, определенная часть скота, например маточное поголовье, всегда нуждается в подкорме. И эту задачу должен обеспечивать сток канала. Наконец, почти каждую зиму для увеличения упитанности скота весьма полезен подкорм всему поголовью, хотя бы кратковременный и требующий незначительных запасов на каждую голову.

Все эти меры создают надежную основу для планового развития крупного отгонного животноводства в комплексе со стойловым подкормом. Основной базой для этого должна стать Обручевская степь. Точная картина ее земельного фонда, пожалуй, и по сей день неясна. Полагают, что там имеется 70—80 тыс. га земель, пригодных к орошению, но они распределены отдельными, хотя и близко расположенными, массивами по несколько десятков или сотен гектаров в каждом. Таким образом, в глубине пустыни, на удаленных пастбищах Юго-Восточных Кара-Кумов, может быть создан на базе канала центр крупного животноводческого хозяйства. Благоприятны и почвы Обручевской степи: мелкоземистые грунты, развитые здесь, не так опасны в отношении разбивания и обар-

хивания, как в прилегающих районах Кара-Кумов. Временная концентрация зимой и ранней весной значительного поголовья здесь безопасна, если, конечно, соблюдать предосторожность. Благоприятен для колесного транспорта и рельеф Обручевской степи. Это позволит доставлять корма к окраинам степи, к ее границам с чисто песчаными пастбищами. Если же будет уделено внимание развитию верблюдоводства (к сожалению, до сих пор этому ценнейшему виду скота в Кара-Кумах не уделяется должного внимания), проблема доставки на удаленные пастбища резервных кормов вообще исчезнет. Пять верблюдов с одним верблюдчиком могут доставлять столько же, сколько одна автомашина. Развитие верблюжьего поголовья поможет решить и проблему водоподъема из колодцев. Пока еще дешевле и эффективней поднимать воду из глубоких и удаленных от обслуживающих центров колодцев парой верблюдов, чем насосом, требующим моториста, горючих и смазочных материалов.

Таковы некоторые основные проблемы большого канала, строительство которого сейчас развернулось в южных районах Кара-Кумов. Эта стройка создает еще большие возможности для участия Туркменистана в общем устремлении советского народа по пути крутого подъема сельского хозяйства нашей Родины.



НЕФТЬ И ЕЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ

Профессор С. Р. Сергиенко



Невозможно себе представить жизнь современного человеческого общества без использования нефти и продуктов, из нее получаемых. С самого раннего детства человек встречается с бесконечным количеством вещей и предметов, изготовленных из нефти и продуктов ее переработки. Таковы, например, асфальтовые покрытия дорог, мостовых и тротуаров, моторные топлива (бензин, керосин, дизельное и реактивное топливо), масла для смазывания трущихся частей и механизмов машин и моторов, резиновые и пластмассовые изделия, средства борьбы с сорняками и вредителями сельского хозяйства, предметы бытового назначения (кремы, вазелин, мыла, осветительный керосин и др.) и медицинские препараты (пирамидон, салициловая кислота, стрептоцид, сульфидин и т. д.). Вот почему нефть в наше время получила название черного золота.

Что же представляет собою нефть и давно ли человек научился использовать ее для своих потребностей?

Нефть — это сложная смесь самых разнообразных органических соединений, начиная от таких простых, как углеводородные газы (пропан и бутан), состоящие из 11—14 атомов углерода и водорода, и кончая сложными молекулами, в состав которых входят 1000 и больше атомов углерода, водорода, кислорода, серы, азота и некоторых других элементов. При обычных

условиях (температура 20° и нормальное атмосферное давление) нефть представляет собой жидкость темного цвета (от светло-коричневого до черного), которая легче воды. В зависимости от состава нефти, густота и окраска ее может колебаться. Так, например, иногда встречается очень легкая нефть (уд. вес 0,8 и ниже), легкоподвижная, как вода, и почти неокрашенная, однако значительно чаще добывается густая нефть интенсивно окрашенная в черный цвет. Между этими двумя крайними типами нефтей располагается бесконечное число промежуточных разновидностей. Химический состав нефти определяет ее запах; наиболее неприятным запахом обладает нефть с богатым содержанием сернистых органических соединений. Так как все нефти состоят целиком из органических соединений, то они легко воспламеняются и сгорают практически без остатка. Это свойство — полностью сгорать — выгодно отличает нефть от всех других горючих ископаемых, или минеральных топлив (каменный уголь, сланец и др.), которые содержат в своем составе значительное количество минеральных негорючих веществ.

Благодаря тому, что нефть иногда непосредственно выходит на поверхность земли, подобно родникам, человечество получило возможность познакомиться с ней на ранних ступенях своего развития — за несколько тысячелетий до нашей эры.

Добыча нефти — один из древнейших промыслов.

В начале второго тысячелетия нашей эры нефть добывалась уже в таких размерах, что она стала предметом торговли. Имеются многочисленные сведения, что нефть, добываемая в районе г. Баку, вывозилась в страны Ближнего и Среднего Востока.

Недавно найденные советскими археологами при раскопках в северном Причерноморье амфоры¹ с нефтью свидетельствуют, по всей вероятности, о существовании на Керченском полуострове нефтяных промыслов уже в первые века нашей эры.

В конце XVII в. нефть начала добываться в России на Ухте.

Однако на протяжении всего этого первоначального периода развития промысла по добыче нефти она не перерабатывалась, а потреблялась обычно в сыром виде. Это была пора примитивного использования «черного золота». Лишь в конце XVII в. начинают появляться сведения об очистке и переработке нефти. Впервые в значительных количествах переработка нефти была осуществлена на Ухте в середине XVIII в. (в 1745 г.).

Современная нефтепереработка берет свое начало от небольшого нефтеперегонного завода, построенного в 1823 г. крепостными крестьянами братьями Дубиниными близ Моздока на Северном Кавказе.

СОСТАВ НЕФТИ

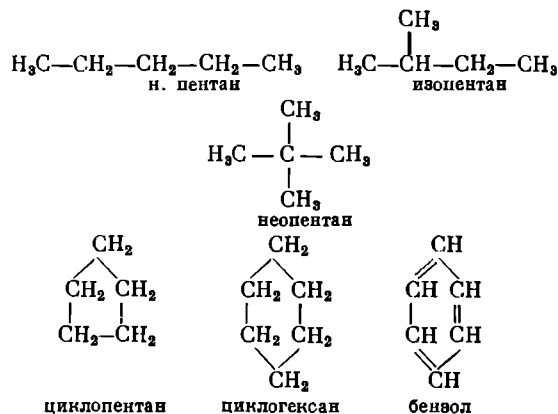
Если посмотреть на общий элементарный состав нефти, то, на первый взгляд, она представляется крайне простым веществом. В самом деле, от 95 до 99% ее составляют два элемента — углерод и водород, обуславливающие ее горючесть и высокую тепловорную способность (10—11 тыс. кал. на килограмм). Остальные 1—5% составляют сера, кислород и азот. Что касается остальных элементов, то они, если и содержатся в нефти, то лишь в крайне ничтожных количествах (менее 0,1%).

Однако эта видимость простоты состава нефти ошибочна. Нефть, как мы уже указывали, представляет собой крайне сложную смесь большого числа органических соединений, преимущественно углеводородов, различного состава и строения.

¹ Большие керамические сосуды в виде ваз, применявшиеся при хранении запасов зерна, вина, масла и т. п.

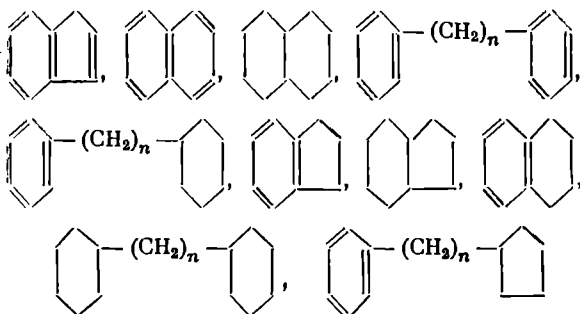
То обстоятельство, что углерод, составляющий 83—85% всего состава нефти, является основным химическим элементом в строении молекул органических соединений, которые входят в состав природной нефти, и объясняет причину сложности и многообразия этих соединений.

В состав нефти входят углеводороды ряда метана, молекулы которых построены в виде прямых или разветвленных цепочек, а также углеводороды, молекулы которых представляют пяти- и шестичленные кольца (бензол, циклогексан, циклопентан и др.). В самой легкой части (фракции) нефти, выкипающей при температуре 80—85°, в которой содержатся только углеводороды, имеющие в молекуле 5 и 6 углеродных атомов и 6—14 атомов водорода, мы уже встречаем большое разнообразие в построении молекул. Наряду с цепочными молекулами углеводородов ряда метана, встречаются и углеводороды кольчатого строения:



Чем тяжелее фракция нефти, тем сложнее и многообразнее соединения, входящие в ее состав. Так, в состав бензинов входят молекулы, содержащие от 5 до 11 атомов углерода и от 6 до 24 атомов водорода; в состав углеводородов керосиновых фракций и дизельных топлив уже входят молекулы с 10—18 атомами углерода, а углеводороды смазочных масел содержат 18—30 атомов углерода. Что же касается тяжелых нефтяных остатков, из которых готовят асфальт, то сложность состава их объясняется не только большим числом атомов углерода и водорода, входящих в молекулы различных соединений, но также и наличием в молекулах атомов серы, кислорода и азота.

Ниже приводятся примеры структуры сложных углеводородов, получаемых сочетанием простейших структурных элементов, которые показывают безграничные возможности для образования больших молекул, построенных различным образом:



Число структур можно писать без конца, особенно если ввести в основные структурные элементы атомы кислорода, серы, азота и других элементов. Этим объясняется такое большое разнообразие органических соединений, входящих в состав нефтей. В нефтях различных месторождений и геологического возраста меняются соотношения углеводородов разных рядов (метановых, ароматических и нафтеновых), что резко сказывается на их физических и химических свойствах.

Вот почему для правильного выбора наиболее целесообразных методов переработки нефти, обеспечивающих максимально полное использование всех содержащихся в ней составных частей, необходимо хорошо знать химический состав нефтей — этого ценнейшего природного сырья.

МЕТОДЫ ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

Еще совсем недавно единственным методом переработки нефти была перегонка ее из довольно простых кубов, вмазанных в кирпичную печь, при помощи обогрева их огнем. Целью такой перегонки было получение керосина для освещения. От нефти отбиралась та часть, которая выкипала в пределах температур $170—280^\circ$, а остаток использовался в топках железнодорожных паровозов, морских пароходов и стационарных заводских отопительных устройств. Бензин же, т. е. наиболее легкая часть нефти, выкипавшая ниже 170° , долго не находил себе сколько-нибудь широкого применения, и как ненужный отход нефтеперегонных заводов сжигался в ямах или спускался

в море. Затем из нефтяных остатков, получавшихся после отгонки керосина, научились изготовлять смазочные масла, а бензин стал применяться как наиболее хорошее моторное топливо для карбюраторных двигателей, число которых, с развитием автомобильной и авиационной промышленности, быстро возрастало. Бензин вскоре становится наиболее дефицитным нефтяным продуктом. Так как содержание легкокипящей бензиновой фракции обычно колеблется в нефти в пределах $2—15\%$, то оказалось невозможным покрыть все возрастающую потребность в бензине только путем прямой перегонки нефти.

Тогда начали применять термический крекинг нефти с целью увеличения выхода бензина. Процесс этот заключается в том, что нефть, предварительно освобожденная от легкокипящих частей, подвергалась воздействию высоких температур ($450—550^\circ$), в результате чего большие и сложные молекулы нефти расщеплялись (крекировались) на несколько более простых молекул. Таким образом удалось значительно увеличить выход из нефти бензина.

В годы первой мировой войны (1914—1918 гг.), благодаря работам Н. Д. Зелинского, С. В. Лебедева и А. Ф. Добрянского, было организовано производство ароматических углеводородов (бензола, толуола и др.) путем разложения керосина при высоких температурах ($650—700^\circ$). До тех пор эти ценные продукты получались исключительно как побочные продукты при коксовании каменного угля.

Быстрое и непрерывное усовершенствование автомобильных и особенно авиационных моторов сопровождалось повышением требований к качеству бензинов. Получаемые путем прямой перегонки и термического крекинга бензины уже не удовлетворяли возросшим требованиям авиации.

Во второй половине 30-х годов нашего века в нефтеперерабатывающую промышленность был введен новый процесс производства авиационного бензина — процесс каталитического крекинга. Процесс этот, осуществляемый в присутствии катализаторов, протекает при более низкой температуре (450°), чем термический крекинг. Поэтому расщепление более сложных углеводородов нефти сопровождается меньшим разрушением их до газообразных и углистых продуктов,

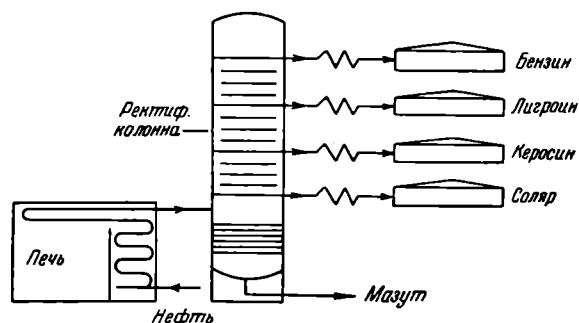


Рис. 1. Схема работы атмосферной перегонной установки

а образовавшиеся осколки сложных молекул подвергаются перестройке. В результате такой перестройки, или изомеризации, вновь образовавшихся легких фракций получается бензин с большим содержанием углеводородов ряда бензола и метана с сильно разветвленной цепочкой. Так как именно углеводороды этого типа определяют высокие эксплуатационные качества авиационного бензина, то, естественно, что с увеличением их содержания в бензине качество его улучшается.

В нефтеперерабатывающей промышленности под влиянием непрерывно возрастающих требований техники сильно увеличилось общее производство и ассортимент выпускаемых нефтепродуктов и значительно улучшилось их качество. Для этого прямую фракционную перегонку нефти, при которой из сырья только отбираются, более или менее полно, уже содержащиеся в ней составные части (бензин, керосин, смазочные масла), пришлось все больше и больше дополнять процессами, изменяющими химическую природу исходного сырья и позволяющими получать из него нужные для техники продукты, которые до переработки либо содержались в нем в недостаточном количестве, либо же совсем отсутствовали.

СОВРЕМЕННАЯ НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ

Эта промышленность представляет собой сложный комбинат химико-технологических процессов, в котором нефть и углеводородные газы перерабатываются не только для получения широкого ассортимента моторных топлив и смазочных масел, но и ценных

химических продуктов, необходимых различным отраслям народного хозяйства. По технической оснащенности, степени механизации и автоматизации основных процессов, по насыщенности техническими кадрами и по энерговооруженности нефтеперерабатывающая промышленность относится к числу наиболее передовых отраслей народного хозяйства.

Современные нефтеперерабатывающие заводы обычно рассчитаны на переработку от 1 до 5 млн. т нефти в год. На большой территории (от 10 до 20 км²), занимаемой заводом, размещают основные установки и вспомогательные службы.

Обессоливание и обезвоживание сырой нефти, поступающей на переработку. Так как нефть, поступающая с нефтепромыслов на завод, обычно содержит значительное количество воды и растворенных в ней солей, то первой подготовительной операцией является возможно более полное освобождение ее от воды и солей. Эта операция проводится на электрообессоливающих установках. Иногда содержащаяся в нефти вода образует с нефтью стойкие эмульсии, не разрушающиеся при отстое. Поэтому на тех же электрообессоливающих установках производится разрушение эмульсий.

Атмосферная перегонка. Обессоленная и обезвоженная нефть поступает на прямую перегонку, осуществляемую в атмосферной установке при нормальном, т. е. атмосферном давлении. Схема работы этой установки показана на рис. 1. Предварительно подогретая до температуры 170—175° нефть поступает в трубчатую печь. Здесь она нагревается до 330—350° и подается в ректификационную колонну для разделения на фракции: бензиновую, лигроиновую, керосиновую и соляровую. Из нижней части колонны выводится мазут, или остаток нефти, выкипающий выше 325—350°. Количество получаемых здесь фракций и температурные пределы их выкипания зависят от качества перегоняемой на атмосферной установке нефти и от характера дальнейшего использования этих фракций и их переработки. Например, можно получать только автомобильный бензин, выкипающий до 200°, и дизельное топливо, выкипающее в пределах 200—350°; можно отбирать легкий бензин, выкипающий до 100—110°, используемый для приготовления

высокосортного авиационного горючего, широкую лигроино-керосиновую фракцию, выкипающую в пределах $110-270^{\circ}$, которая употребляется в качестве тракторного керосина или сырья, идущего на приготовление топлив для реактивных двигателей, и, наконец, фракцию, выкипающую при $270-350^{\circ}$, которая может идти или как сырье для каталитического крекинга, или как тяжелое дизельное топливо.

Мазут употребляется в виде сырья для термического крекинга с целью получения бензина или непосредственно используется в качестве топлива для теплоходов (флотский мазут), электростанций, металлургических заводов и других промышленных предприятий или, наконец, служит сырьем для получения смазочных масел.

Выбор того или иного способа использования светлых дистиллатных продуктов и мазута, полученных при прямой перегонке нефти на атмосферной установке, определяется главным образом химическим составом и строением перерабатываемой нефти, а также потребностями народного хозяйства.

Вакуумная перегонка предназначена для выделения из нефти более высококипящих масляных фракций. Известно, что чем больше размеры молекул органических веществ, тем легче они разрушаются под действием высоких температур. Именно на этом и основано применение термического крекинга нефти. Чтобы исключить или, по крайней мере, свести к минимуму разложение углеводородных молекул масляных фракций нефти, перегонку мазута стали производить в вакууме, что позволило значительно снизить температуру перегонки. В вакуумных установках, так же как и в атмосферных, имеются трубчатая печь для нагревания сырья и ректификационная колонна для разделения дистиллатов. Предварительно подогретый мазут подается в трубчатую печь, где он нагревается до $425-430^{\circ}$, и затем поступает в ректификационную колонну, в которой создается и в течение всего процесса перегонки поддерживается разрежение. На вакуумной перегонной установке, схема работы которой показана на рис. 2, отбирают следующие фракции: соляровое масло, веретенное масло, машинное масло и автол. Из нижней части колонны выходит гудрон, который используется в дальнейшем как сырье для получения остаточных смазоч-

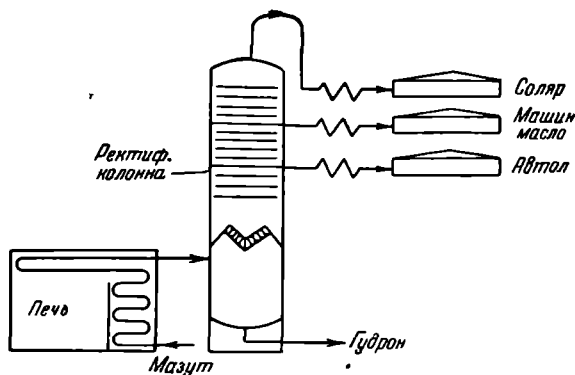


Рис. 2. Схема работы вакуумной перегонной установки

ных масел, дорожного асфальта и электродного нефтяного кокса.

Атмосферно-вакуумная перегонка. Раздельная работа атмосферных и вакуумных перегонных установок практикуется в тех случаях, когда заводы перерабатывают нефть только на моторные топлива или только на смазочные масла. Так как в последнее время почти на всех новых заводах предусмотрена комбинированная переработка нефти (на моторные топлива и на смазочные масла), то естественно, что и атмосферную и вакуумную перегонные установки объединили, создав комплексную атмосферно-вакуумную установку (рис. 3), которая позволяет более полно использовать тепло. В случае необходимости вакуумная установка может использоваться и как атмосферная. Горячий мазут, выходящий из ректификационной колонны атмосферной установки, поступает в печь вакуумной установки, а оттуда на ректификацию в вакуумную колонну.

Термический крекинг. Этим путем получают бензин из тяжелых нефтяных продуктов (мазут, соляр) частичным разложением их под воздействием высоких температур.

Крекинг сырья осуществляется в трубчатых печах, подобных применяемым на нефтеперегонных установках. Как видно из схемы, приведенной на рис. 4, подогретое сырье подается в ректификационную колонну, где оно смешивается с жидкими продуктами крекинга, а затем поступает в трубчатую печь. Проходя по трубам печи, сырье нагревается

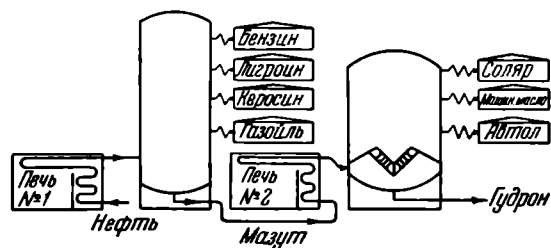


Рис. 3. Схема работы атмосферно-вакуумной перегонной установки

до $480\text{--}500^\circ$ и подвергается частичному разложению, или крекингу. Крекинг-продукты затем поступают в испаритель, где при температуре $420\text{--}450^\circ$ более летучая их часть подается в ректификационную колонну, а крекинг-остатки выводятся из нижней части испарителя. Различные крекинг-установки отличаются одна от другой по числу трубчатых печей и испарителей, по конструкции реакционных устройств и т. п.

Каталитический крекинг. Сырьем для каталитического крекинга служит газойль, т. е. фракция нефти, выкипающая в пределах $200\text{--}350^\circ$. Выше уже указывалось, что применение катализаторов позволило значительно снизить температуру процесса и получить бензин более высокого качества. Первоначально крекинг осуществлялся с применением неподвижного слоя катализатора, нагретого до 450° , через который пропускались пары сырья. Однако ряд технологических трудностей заставил перейти к использованию движущегося, или так называемого кипящего, катализатора. В первом случае катализатор представляет собой прочные мелкие (диаметром $2\text{--}3\text{ мм}$) шарики.

Катализатор во втором случае применяется в виде пыли или очень мелкой крупки. Перед входом в реактор поток предварительно подогретого сырья встречается с потоком горячего (600°) катализатора. В узле смешения жидкого сырья с горячим катализатором сырье полностью испаряется и в виде паров поступает в плотный слой пылевидного катализатора в реакторе. Под давлением непрерывно поступающих в реактор паров сырья, проходящих через слой катализатора, последний напоминает кипящую жидкость. Пары сырья, проходя через кипящий слой катализатора, подвергаются крекингу, причем газообразные и жидкие продукты крекинга

выводятся из реактора в ректификационную колонну, а твердые углистые продукты оседают на частичках катализатора. Так как катализатор непрерывно выводится из реактора в регенератор, где углистые отложения на частичках катализатора выжигаются, а регенерированный катализатор пополняет убыль в реакторе, то во время процесса крекинга активность катализатора и количество его в реакторе остаются практически постоянными. Теплота выжиг кокса на катализаторе используется в процессе, а также в специальных котлах-утилизаторах для производства водяного пара. Упрощенная схема процесса каталитического крекинга в кипящем слое катализатора показана на рис. 5.

Для обеспечения непрерывной работы установок каталитического крекинга почти на всех крупных современных нефтеперерабатывающих заводах имеются специальные фабрики или цехи по производству катализатора.

Деасфальтизация гудрона. Наиболее высококачественные смазывающие масла приготавливают из гудрона, получаемого в виде остатка на вакуумной установке. Первой стадией производства такого типа масел, получивших название остаточные масла, является процесс разделения гудрона при помощи охлажденного газа пропана на смолисто-асфальтеновую часть и углеводородную, или масляную, часть. Процесс этот и осуществляется на деасфальтизационных установках.

Депарафинизация масел и топлив. Так как углеводороды ряда метана с неразветвленной цепочкой, так называемые парафины, характеризуются высо-

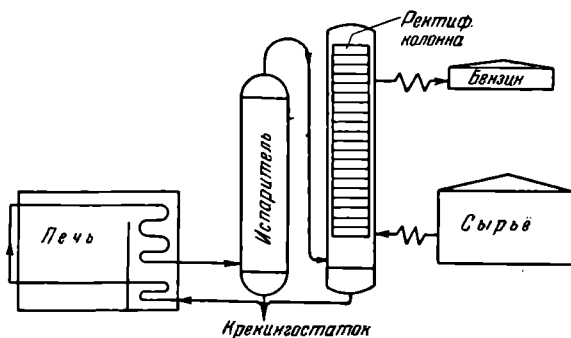


Рис. 4. Схема работы установки термического крекинга

кими температурами застывания (углеводород $C_{16}H_{34}$ — нормальный цетан — при комнатной температуре уже вещество твердое), то смазочные масла, а также дизельные и реактивные топлива, в которых содержатся значительные количества этих углеводородов, отличаются высокими температурами застывания. Это мешает их использованию для высотных полетов и в суровых зимних условиях северных районов, когда температура окружающего воздуха достигает $50-70^\circ$ ниже нуля. Чтобы снизить температуру застывания смазочных масел и некоторых моторных топлив, из них, действуя органическими растворителями и охлаждением, удаляют нормальные парафины. Эта операция и называется депарафинизацией масел и топлив.

Разделение газов нефтеперерабатывающих заводов. В процессе термического и каталитического крекинга, наряду с жидкими продуктами, образуются углеводородные газы различного состава и технической ценности. Наиболее ценными составными частями этих газов являются непредельные углеводороды — этилен, пропилен, бутилены, — а из предельных углеводородов — изобутан. Дальнейшей их переработкой удастся получить высококачественные добавки к смазочным маслам и моторным топливам и большое число ценных химических продуктов для различных отраслей народного хозяйства. Поэтому разделение нефтезаводских газов на составные части — очень важная задача. Осуществляется это разделение на газофракционирующих установках.

Каталитическое алкилирование. Выше уже отмечалось, что в качестве моторного топлива применяются углеводороды метанового ряда, имеющие строение сильно разветвленной цепочки, обладающие высокими эксплуатационными качествами. Между тем в нефтях, как правило, углеводороды такого строения содержатся в небольших количествах. Химикам удалось найти пути искусственного получения, или синтеза, углеводородов с сильно разветвленной цепочкой. В настоящее время некоторые из этих синтезов осуществлены и на крупных установках нефтеперерабатывающих заводов. В присутствии таких катализаторов, как серная кислота, фосфорная кислота, хлористый алюминий, фтористый бор и некоторых других, удастся осуществить

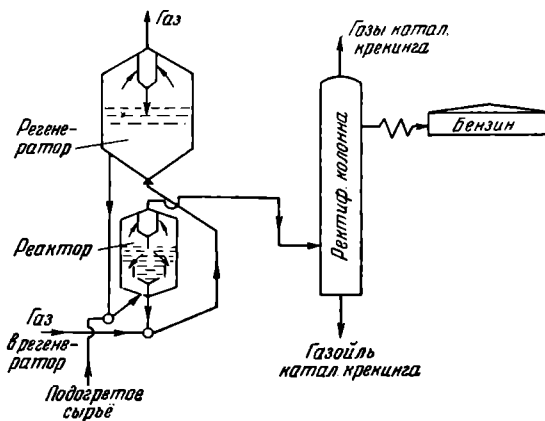


Рис. 5. Схема работы установки каталитического крекинга в кипящем слое катализатора

реакцию присоединения разветвленного насыщенного углеводорода метанового ряда, изобутана, к непредельным углеводородам. Так, например, при реакции изобутана с бутиленом, пропиленом и этиленом получаются предельные углеводороды сильно разветвленного строения, а именно: изооктан, триметилбутан и диметилбутан. Реакция, позволяющая получить эти углеводороды, называется реакцией каталитического алкилирования и в настоящее время широко используется в нефтеперерабатывающей промышленности в крупнозаводском масштабе. Миллионы тонн таких продуктов алкилирования (алкилатов) применяются в качестве высококачественных добавок при приготовлении высших сортов авиабензинов.

Если для алкилирования применять вместо изобутана бензол, тогда получаются замещенные бензолы, которые являются ценными продуктами для ряда химических производств, а также служат высококачественными добавками к авиабензинам. Так, например, при взаимодействии этилена с бензолом получается этиленбензол, каталитической дегидрогенизацией которого получают стирол, один из основных видов сырья для промышленности синтетического каучука.

При взаимодействии пропилена с бензолом получается пропилбензол, который успешно применялся как высококачественная добавка к авиационным топливам, а в последнее время используется как сырье для производства фенола и ацетона.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕФТЕПРОДУКТОВ

После краткого рассмотрения технологических процессов производства основных товарных нефтепродуктов, приведем перечень некоторых из наиболее широко применяемых в народном хозяйстве продуктов, вырабатываемых нефтяной промышленностью.

При этом следует иметь в виду, что многие из приведенных нами названий представляют большую группу продуктов. Так, например, смазочных масел насчитывается около 100 сортов.

Моторные топлива

- | | |
|-------------------------|-----------------------|
| 1. Бензин авиационный | 5. Керосин тракторный |
| 2. Бензин автомобильный | 6. Мазут флотский |
| 3. Дизельное топливо | 7. Ожиженные газы |
| 4. Реактивное топливо | 8. Алкилаты |

Минеральные масла

- | | |
|-------------------|---------------------|
| 1. Авиационные | 5. Трансформаторные |
| 2. Автотракторные | 6. Компрессорные |
| 3. Дизельные | 7. Турбинные |
| 4. Индустриальные | 8. Трансмиссионные |

Технические продукты, применяемые в других отраслях промышленности

- | | |
|---|----------------------|
| 1. Бензин «калоша» — растворитель, применяемый в резиновой промышленности | 4. Асфальт |
| 2. Битумы различного назначения | 5. Лак битумный |
| 3. Изоляционные материалы | 6. Кокс нефтяной |
| | 7. Парафин свичечный |
| | 8. Церезин |
| | 9. Мылонафт |
| | 10. Газовая сажа |

Продукты бытового и медицинского потребления

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| 1. Вазелины | 6. Газ бытового потребления |
| 2. Кремы | 7. Мыла |
| 3. Масло медицинское | 8. Керосин осветительный |
| 4. Масло парфюмерное | |
| 5. Свечи | |

На рис. 6 дана обобщающая схема основных направлений переработки нефти на современном заводе.

Нефтепродукты технического потребления вырабатываются путем прямой перегонки нефти, а также в результате термического и каталитического крекинга нефтяного сырья.

При производстве высококачественных добавок к моторным топливам и смазочным маслам применяются методы синтетической органической химии. Необычайно быстрый рост моторов самых различных типов и назначения — основной фактор, определяющий направление и темпы развития современной нефтепереработки. В настоящее время преобладает топливно-масляное направление переработки нефти, и таким оно, несомненно, останется в ближайшем будущем.

Однако этим не исчерпываются огромные возможности использования нефти как ценного химического сырья. За последнее 25-летие все больше и больше развивается так называемая нефтехимическая промышленность, или промышленность органического синтеза на основе нефтяного сырья. Хотя в 1953 г. эта новая промышленность потребляла в качестве сырья менее 1% мировой добычи нефти, однако ассортимент выпускаемых ею продуктов весьма разнообразен и обширен.

Эта новая отрасль химической промышленности использует в качестве сырья как самую нефть, так и нефтезаводские углеводородные газы. Приведенная на рис. 7 схема показывает лишь весьма незначительное число химических продуктов, получаемых на основе химической переработки нефти и нефтяных газов. Обратим прежде всего внимание на возможность получения из нефти исходных веществ для синтеза каучука. Основным сырьем для нашей промышленности синтетического каучука сейчас служит этиловый спирт, получаемый из зерна и картофеля. Чтобы выработать 1 л спирта, приходится расходовать приблизительно 4 кг зерна или 10 кг картофеля. На производство синтетического каучука для одной пары галош необходимо израсходовать 0,5 л спирта, а на изготовление одной автомобильной шины — 50 л спирта, т. е. 200 кг зерна или 500 кг картофеля. Нетрудно представить себе, какое огромное количество пищевых продуктов (зерна и картофеля) можно сберечь при переводе всей промышленности синтетического каучука на нефтяное сырье.

Не менее важное значение имеет и синтетическое производство жиров из нефтяного сырья. В связи с этим следует напомнить, что впервые синтетические, или искусственные, жиры на основе нефтяного сырья получил Н. Д. Зелинский в 1902 г. «Мне думается, — писал тогда Н. Д. Зелинский, — что разрабатываемый мной метод добывания органических кислот из различных фракций нефти может открыть широкую будущность в развитии новых химических соединений... Таким образом осуществляется возможность доступный и дешевый продукт, каким является нефть, превратить в химические ценности, имеющие в жизни весьма важное значение. Недейательные углеводороды перестают быть тем неподвижным в химическом смысле материалом, который был при-

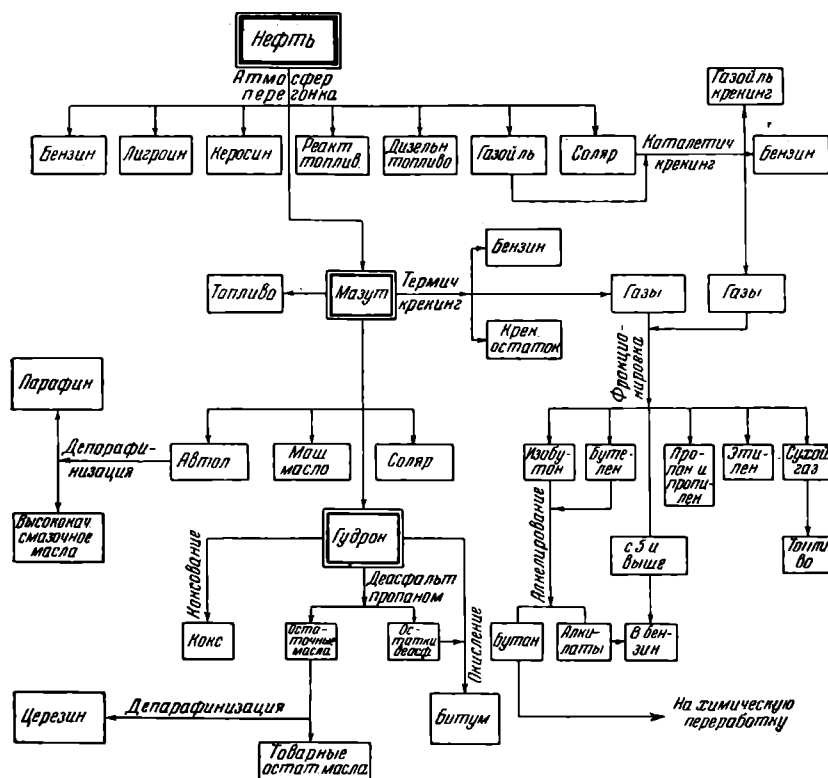


Рис. 6. Обобщенная схема современной переработки нефти

годен только для сообщения энергии мертвым механизмам; нефть, превращенная в жиры, надо надеяться, даст материал, который может оказаться пригодным для поддержания жизненной энергии человека»¹.

Для увеличения производства товаров народного потребления особое значение имеет использование для этой цели такого непищевого сырья, как нефть. Химическая переработка нефти может обеспечить быстрое увеличение выпуска изделий из пластмасс и капрона и расширение ассортимента ярких красителей и высокого качества душистых веществ. «Можно ли было ожидать, — говорил

аммиака, являющегося ценным азотистым удобрением, для гидрирования растительных масел, для синтеза моторных топлив и т. д.

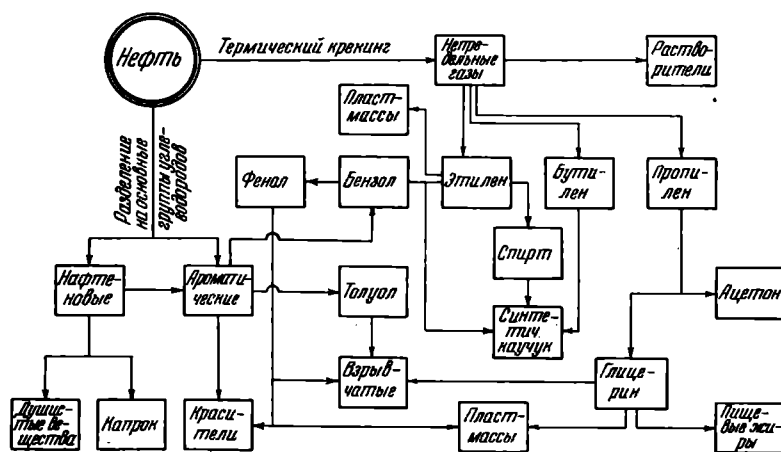


Рис. 7. Схема производства важнейших химических продуктов на основе использования нефти как сырья

¹ Н. Д. Зелинский. Избранные труды, т. I, 1941, стр. 462.

в 1901 г. В. В. Марковников, — что, берясь за вонючую нефть, очутишься в соседстве с веществами, которые в драгоценных флаконах являются на туалетных столиках самых притомливых красавиц?».

Все более и более широкое применение в качестве ценного химического сырья получают за последнее время насыщенные углеводородные газы ряда метана. Так, например, из самого метана получают ацетилен, сажу, формальдегид, метиловый спирт, водород и ряд других продуктов. Формальдегид получил широкое применение в производстве пластмасс, а также в сельском хозяйстве для протравки зерна как средство борьбы с грибными заболеваниями. Водород применяется в больших количествах для синтеза

При термическом крекинге этана и пропана получается этилен, который (см. рис. 7) идет на производство этилового спирта и стирола — основного сырья для промышленности синтетического каучука; этилен используется также для получения высококачественных синтетических смазочных масел, пластических масс, растворителей и т. д. Окись этилена, получаемая из этилена, и формальдегид, получаемый из метана, служат основным строительным материалом для бесчисленных синтезов сложных органических веществ. При каталитическом отщеплении водорода от н. бутана получают бутadiен, или дивинил, — основное сырье для производства синтетического бутadiенового каучука по методу С. В. Лебедева.

Нефть служит сырьем для изготовления таких широко распространенных химических средств борьбы с насекомыми, как гексахлоран, ДДТ и некоторых других.

О масштабах развития промышленности органического синтеза на основе использования нефти и углеводородных газов можно судить по следующим данным. В 1952 г. более 20% всей продукции химической промышленности США, или 8,4 млн. т, в том числе 6,8 млн. т органических химикатов, было получено в результате переработки нефти и газа. Крупными отраслями нефтехимической промышленности являются производства этилового спирта, алкилатов, дивинила, окиси этилена, толуола, аммиака и др.¹

Многочисленные реакции химических превращений углеводородов, разработанные учеными нашей Родины, все в большей и большей мере получают промышленное применение, позволяя полнее и рациональнее использовать нефть и природные газы. Неразлучными спутниками вновь строящихся нефтеперерабатывающих заводов являются химические комбинаты нефтехимического син-

теза. Комбинирование нефтепереработки с химико-технологическими производствами открывает безграничные возможности для производства разнообразных химических продуктов. Нефтехимическая промышленность дает не только красивые, прочные и дешевые материалы для выработки разнообразных товаров народного потребления, но и высвобождает огромное количество ценных сельскохозяйственных продуктов (картофель, зерно, жиры) для использования их по прямому назначению.

Новая техника предъявляет высокие требования к конструктивным материалам. Наиболее полно удовлетворяют этим требованиям продукты нефтехимического синтеза. Благодаря высокой прочности, плохой звуко-тепло- и электропроводности многие сорта пластмасс могут широко применяться в строительной технике, архитектуре, в производстве машин, станков и моторов. Высокая прочность синтетических волокнистых материалов, а также их устойчивости к воздействию микроорганизмов и атмосферных факторов значительно удлиняют срок службы парашютов, автомобильных и аэроплановых покрышек, которые из этих материалов изготавливаются.

Химическое использование нефти находится в настоящее время лишь на самой начальной стадии своего развития. Нефтехимическому синтезу принадлежит, несомненно, большое будущее, и это будущее не за горами. Недалеко то время, когда нефть — это ценнейшее химическое сырье — будет полностью и без остатка перерабатываться в органические химические вещества более высокой технической ценности, чем сама нефть. Если в настоящее время, основываясь главным образом на использовании простейших углеводородов $C_1—C_4$, удастся синтезировать большое количество полезных химических продуктов, то при химической переработке высокомолекулярной части нефти можно рассчитывать получить бесконечное разнообразие сложных органических соединений для использования в технике, быту и медицине.

¹ The Oil and Gas Journal, v. 52, 1953, № 25, pp. 88, 102, 112.

ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРИРОДЫ РАКА

Д. А. Зильбер

Действительный член Академии медицинских наук СССР



В течение многих веков человечество пытается разгадать загадку рака. Много раз казалось, что эта загадка уже решена и что открыта действительная причина этой болезни. Но уверенность в этом вскоре уступала место сомнениям, а затем выяснялось, что найденное решение ошибочно. Специалисты самых различных биологических и медицинских дисциплин пытались решить загадку происхождения рака, и эта проблема кочевала из одной дисциплины в другую, обрастая массой противоречивых фактов и наблюдений, пока, наконец, не стало ясно, что она вообще не может быть решена силами и методами какой-нибудь одной научной дисциплины.

Только в течение последних десятилетий старые заблуждения в этой области стали уступать место новым истинам и были созданы основы для продуктивного изучения природы раковой болезни. Сейчас больше, чем когда-либо, есть основания для оптимизма и надежды на установление действительной причины рака, хотя очень многое еще в этой проблеме остается спорным и еще больше — неясным и неизученным.

Многолетнее изучение опухолей позволило установить два положения, которые разделяются всеми исследователями этой проблемы, независимо от их взглядов на природу раковой болезни. Первое из этих положений утверждает, что опухоли растут из опухолевых клеток, а опухолевые клетки

происходят из клеток организма. Следовательно, вопрос о причине возникновения рака, об этиологии этой болезни, сводится к установлению причины, превращающей здоровые клетки организма в клетки опухолевые.

Второе положение утверждает, что рак никогда не возникает внезапно. Ему всегда предшествует состояние, получившее название предракового. Под этим понятием объединяют различные процессы, при которых в организме под влиянием разнообразных факторов создаются длительно существующие очаги размножающихся клеток, очаги хронической клеточной пролиферации, в которых имеет место несколько избыточное размножение не вполне типичных клеток. Такими предраковыми процессами могут быть различные язвы и воспаления (например, хроническая язва желудка, хронический гастрит), бородавчатые разрастания слизистых оболочек — полипы, папилломы и другие избыточные разрастания нормальных тканей организма. Далеко не каждый подобный процесс приводит к раку, но рак никогда не возникает без подобного процесса. Поэтому так важно вовремя распознать и ликвидировать предраковые процессы, что служит лучшей профилактикой раковой болезни.

Эти два положения лежат в основе современных представлений о возникновении рака,

и ни одна теория происхождения опухолей не может их игнорировать.

Как известно, опухоли делят на две большие группы — доброкачественные опухоли, не прорастающие соседних тканей, и злокачественные, обладающие способностью прорастать соседние ткани. Различие этих опухолей заключается еще в том, что клетки доброкачественных опухолей никогда не отрываются от основной массы опухоли, клетки же злокачественных опухолей могут отрываться от основной массы опухолевой ткани и попадать в кровь или в лимфу, которые переносят их в различные органы и ткани. Оседая в них, эти клетки могут, иногда через много лет, начать размножаться и образуют вторичные опухоли, так называемые метастазы.

Среди злокачественных опухолей различают раки — опухоли эпителиальных тканей, и саркомы — опухоли соединительнотканного происхождения. Те и другие часто объединяют под понятием раковой болезни.

Какова же причина возникновения всех этих опухолей?

Химическая теория. Еще в XVIII в. стали накапливаться факты, свидетельствующие о роли некоторых химических веществ в происхождении рака. Было отмечено, например, что рабочие, имеющие дело с каменноугольной смолой или аналогичными продуктами, болеют раком чаще, чем остальное население. Вполне естественно было попытаться при помощи каменноугольной смолы вызвать рак у животных. Однако очень долго эти опыты не давали результатов, и только в начале нашего столетия было показано, что при очень длительной (свыше года) обработке кожи животных каменноугольной смолой, действительно, возникает рак кожи. При подобной обработке вначале образуются бородавчатые разрастания — папилломы (рис. 1), которые затем переходят в рак.

В последующем из каменноугольной смолы были выделены химические вещества, способные вызывать рак у животных. Подобные же вещества, получившие название канцерогенных, были затем искусственно синтезированы. Некоторые из них (например, метилхолантрен или диметилбензантрацен) настолько активны, что достаточно ввести мышь или крысе несколько миллиграммов подобного вещества, чтобы вызвать у нее появление опухоли.

Л. Шабад в Ленинграде выделил из тканей опухоли человека канцерогенное вещество и высказал гипотезу, что подобные вещества образуются в организме в результате изменения обмена и вызывают образование опухолей. Казалось, вопрос решен. Если определенное вещество при введении животному всегда вызывает появление опухоли, то очевидно, что это вещество и служит причиной, вызывающей опухолевый рост. Два десятилетия тому назад большинству изучающих опухоли казалось, что природа рака установлена и что химическая теория возникновения опухолей вполне достоверна. Позднейшие исследования показали, однако, что вопрос о природе опухолей еще ждет своего решения.

Канцерогенных веществ, вызывающих рак, оказалось слишком много — многие сотни, причем среди них есть и такие, с которыми организм человека и животных никогда не встречается в естественных условиях. Чем детальнее изучали этот вопрос, тем в большей степени увеличивалось число самых разнообразных веществ и воздействий, влекущих за собой появление опухолей. В настоящее время установлено, что опухоли возникают у животных после введения в организм многих сотен канцерогенных веществ, половых гормонов, мышьяка, экстрактов табака и кофе, после внедрения в ткани некоторых глистов, после повторных ожогов, после язв и длительных механических раздражений и даже после многократных, производимых в течение многих месяцев, инъекций под кожу яичного белка или сахара. Установлено также, что опухоли возникают и после воздействия разных видов лучистой энергии — солнечных лучей, ультрафиолетовых лучей, лучей радия, рентгеновых и других видов излучений.

Что же общего между действием на организм солнечного света, полового гормона и яичного белка? Почему столь разнообразные по своему характеру, составу, происхождению и физиологическому действию канцерогенные вещества и воздействия вызывают образование опухолей? Почему, наконец, все эти канцерогенные вещества вызывают опухоли у животных с частотой, вполне соответствующей числу опухолей, возникающих у них в естественных условиях: у мышей — часто, у морских свинок — редко? Когда все эти вопросы стали перед исследователями, на них не было найдено ясного ответа.

Все болезни имеют свои причины. Для каждой болезни существует одна причина, в очень немногих случаях их может быть несколько. Но чтобы у одной болезни были сотни причин, это маловероятно. Туберкулез вызывается одной причиной — туберкулезной палочкой, но чтобы этот микроб вызвал заболевание, нужно много условий — недоедание, охлаждение, сопутствующие заболевания и много других. Действительно ли канцерогенные вещества вызывают опухоли? Может быть, они не причина возникновения опухолей, не этиологический фактор, а фактор, создающий необходимые условия для действительной и еще не установленной причины рака? После введения в организм канцерогенных веществ развиваются опухоли — это несомненный факт. Но если одно явление следует за другим, можно ли всегда считать, что первое является причиной второго? На все эти вопросы не было получено ответа, и стройное и, казалось, прочное здание химической теории возникновения опухолей дало глубокие трещины.

Как известно, ткани и клетки животных и человека можно длительное время размножать в питательной жидкости. Подобные «культуры тканей» поддерживаются живыми в течение месяцев и лет благодаря пересадкам в свежую питательную среду. Как же действуют на эти культуры канцерогенные вещества? Если они служат причиной рака, то они должны превращать клетки этих культур в опухолевые. А. Тимофеевский и С. Беневоленская в течение 16 месяцев культивировали ткани мышей с одним из самых сильных канцерогенных веществ — метилхолантеном, — и никаких изменений, указывающих на превращение этих культур в опухолевые, не наблюдалось. Таковы же данные других авторов. Следовательно, в культуре тканей канцерогенные вещества вовсе не являются канцерогенными и не способны превратить нормальные клетки организма в опухолевые. Таким образом, и в этих опытах химическая теория не получила подтверждения. Стало ясно, что при возникновении опухолей действуют еще какие-то факторы, которых нет в культуре тканей и которые есть в организме, заболевшем раком. Что же это за факторы?

Вирусная теория происхождения опухолей. В 1910 г. в Париже происходил Международный конгресс по борьбе с раком. На нем

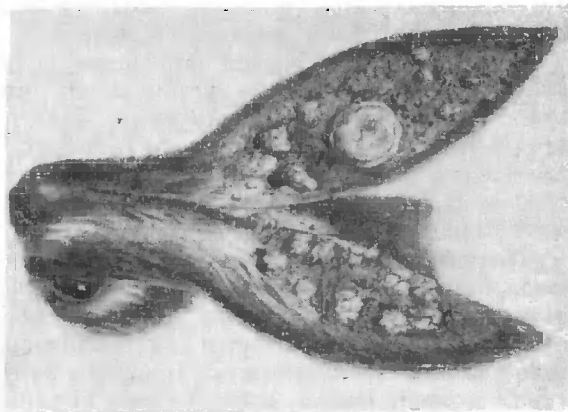


Рис. 1. Уши кролика после 15 месяцев смазывания каменноугольной смолой. Видны многочисленные папилломы. На правом ухе на месте одной из папиллом возникла раковая опухоль

присутствовали врачи разнообразных специальностей, съехавшие почти из всех стран мира; были и бактериологи. Нельзя сказать, чтобы они чувствовали себя на этом конгрессе хорошо. С полной определенностью выяснилось, что причиной рака не являются бактерии. Бактерий из раковых опухолей было выделено сколько угодно, но... все они оказались случайными загрязнениями, не имеющими никакого отношения к возникновению самой опухоли. На этом конгрессе присутствовал и И.И. Мечников. Давая оценку работам конгресса, Мечников высказал и свою точку зрения о природе рака. Он полагал, что рак и другие опухоли вызываются мельчайшими микробами — вирусами, которые попадают в организм извне. Он подчеркивал, вместе с тем, что эти вирусы должны встретиться в организме особо благоприятные условия, для того чтобы могла возникнуть опухоль, что эти условия создаются различными хроническими поражениями и что без этих условий вирус не может вызвать образование опухоли. Только сейчас можно оценить в полной мере удивительное предвидение Мечниковым тех путей, по которым пойдет изучение природы рака.

В настоящее время известно много опухолей, природа которых уже не является загадкой. Это — некоторые опухоли насекомых и рыб, различные типы сарком кур и уток, различные формы лейкоза (лейкоза) птиц, рак почек лягушек, папилломы (бородав-

чатые разрастания) рогатого скота, собак, кроликов, рак молочных желез мышей, белокровие мышей, а также бородавки человека. Совершенно точно установлено, что эти опухоли вызываются вирусами. Если из любой из этих опухолей выделить вирус и ввести его в восприимчивый организм, то возникает точно такая же опухоль, как та, из которой вирус выделен.

Подтверждением этиологической роли этих вирусов в происхождении опухолей послужили исследования А. Тимофеевского и С. Беневоленской, которым удалось превратить нормальные клетки в опухолевые в культурах тканей. Вирус, вызывающий опухоли у кур, оказался способным превращать нормальные куриные клетки в опухолевые в течение сравнительно короткого срока (около трех недель). В опытах с другими вирусами это превращение имело место в течение нескольких месяцев и при условии дополнительного воздействия канцерогенных веществ, которые сами по себе вызвать этого превращения не могли.

Некоторые из опухолеродных вирусов оказались доступными изучению при помощи обычного оптического микроскопа, как, например, вирус рака молочных желез, представленный на рис. 2 и имеющий величину около 150 $m\mu$. Другие вирусы оказались более мелкими, но электронный микроскоп позво-

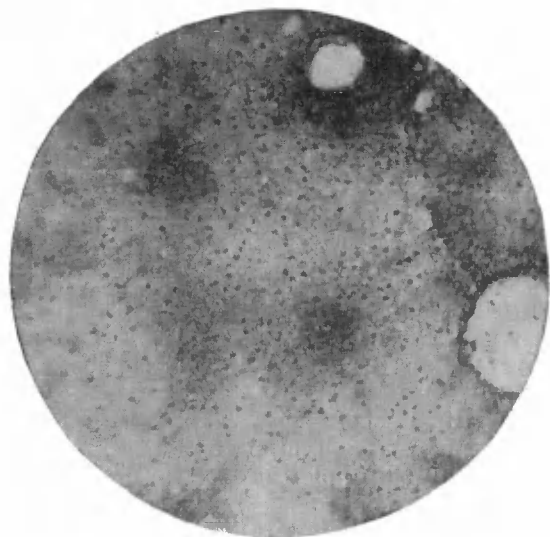


Рис. 2. Вирус рака молочных желез мышей. Окраска по Морозову. Увеличение 1600 раз

лил заснять и эти вирусы, также оказавшиеся в большинстве случаев округлыми образованиями, величиной 30—100 $m\mu$. Для примера приводим фотографию вируса, вызывающего папиллому кроликов (рис. 3). В некоторых случаях удалось совершенно точно доказать, что видимые на фотографиях округлые тельца действительно являются возбудителем рака. Так, тельца, выделенные из рака молочных желез мышей, были тщательно отмыты от всех посторонних примесей и в таком очищенном виде вызвали развитие рака. Наконец, в некоторых случаях удалось получить и культуры опухолеродных вирусов. В. Иоффе, Л. Ларионов и сотрудники вырастили вирус рака молочных желез в развивающемся курином зародыше. Они несколько раз перевивали его из одного яйца в другое и убедились в том, что вирус размножается в яйце и сохраняет свойство вызывать появление раковой опухоли у мышей. Получены в яйце и культуры вируса, вызывающего появление бородавок у людей.

В настоящее время уже никто не сомневается в том, что вирусы вызывают образование многих опухолей, и если бы из всех опухолей удалось выделить вызывающие их вирусы, то вопрос о природе рака можно было бы считать разрешенным. Однако из большинства опухолей не удалось выделить каких-либо вирусов, ответственных за их возникновение, и вопрос о причинах этих опухолей продолжает оставаться нерешенным.

Нельзя не отметить, что значительная часть естественно возникших опухолей оказалась вирусного происхождения. В опухолях же, вызванных различного рода канцерогенными факторами и называемых индуцированными, вирусы обнаружены не были.

О природе индуцированных опухолей. Выше были приведены факты и соображения, противоречащие предположению, что истинной причиной индуцированных опухолей являются канцерогенные факторы. Сторонники вирусной теории считают, что канцерогенные вещества, не будучи причинами опухолей, создают в организме условия, необходимые для действия опухолеродных вирусов. Все канцерогенные факторы в какой-то мере повреждают клетки, на которые они действуют. Организм стремится восполнить это повреждение, и клетки в области повреждения начинают усиленно размножаться. Так как

опухоли возникают только при очень длительном, многомесячном воздействии канцерогенных факторов, то, очевидно, что этот процесс повреждения клеток и их размножения повторяется многократно, в результате чего в организме создаются очаги размножения клеток, содержащие много молодых и много делящихся клеток. Создание подобных очагов, как указывалось выше, служит важнейшим условием для возникновения любой опухоли. С другой стороны, известно, что вирусы размножаются лучше всего в молодых и делящихся клетках. Можно предположить, что если в организме создаются очаги пролиферации клеток, то опухолеродный вирус, уже давно попавший в организм и не находивший нужных условий для своего болезнетворного действия, начинает размножаться в молодых клетках и вызывает образование опухоли.

О том, что вирусы могут долгое время находиться в организме, никак себя не проявляя, также известно уже давно. Вирус рака молочных желез мышей вызывает заболевание только в том случае, если он попадает в организм мыши не старше двухмесячного возраста; если же он попадает в организм более взрослой мыши, он продолжает сохраняться у нее в организме всю жизнь, но заболевания не вызывает. Вирус, вызывающий воспаление мозговых оболочек морских свинок, живет в мозгу почти каждой взрослой свинки, не вызывая никакого заболевания, но стоит ввести в мозг этой свинки совершенно безвредный сам по себе стерильный раствор крахмала, как этот вирус вызывает заболевание.

Напомним, что и туберкулезная палочка живет почти у каждого человека, но нужен целый ряд условий, чтобы возник туберкулез. Подобных примеров можно привести много. Представляется несомненным, что инфекционные агенты, и в том числе вирусы, могут в некоторых случаях весьма длительно сосуществовать с организмом, не принося ему никакого вреда. Если канцерогенные факторы создают благоприятные условия для размножения опухолеродных вирусов, они тем самым способствуют возникновению опухолей.

Но если индуцированные опухоли вызываются вирусами, то почему же этих вирусов нельзя в них обнаружить?

Маскированные вирусы. В опухолях, за-

ведомо вызываемых вирусами, например в куриной саркоме, вирус обнаруживается не во все периоды ее роста. В «старых» опухолях, росших более 40 дней, вирус не обнаруживается, хотя опухоль и продолжает расти. Особенно нагляден этот процесс при папилломе кроликов. Вирус этой опухоли легко обнаруживается в свежих молодых папилломах, но, как только папиллома превращается в раковую опухоль, вирус в ней теряет свою болезнетворность и лишается способности вызывать образование папиллом. Подобные вирусы получили название «маскированных». В настоящее время установлено, что многие другие вирусы при своем размножении проходят подобную же стадию и лишаются болезнетворных свойств.

Можно предположить, что вирус, вызывавший образование опухоли в очаге пролиферации клеток, затем маскируется и исчезает из поля зрения экспериментатора. Но нельзя ли обнаружить вирус в опухоли до того, как он маскировался? Чтобы выяснить этот вопрос, мы получали у мышей опухоли, вводя им под кожу канцерогенные вещества. Через 6—8 месяцев, как только под кожей в месте введения канцерогенного вещества обнаруживалось небольшое уплотнение, ткань вырезалась, измельчалась, и экстракт из нее фильтровался через фильтры, не пропускающие ни бактерий, ни клеток. Фильтрат вводился под кожу мышам, предварительно обработанным канцерогенным веществом в дозе, не вызывающей появления опухолей. Введение канцерогенного вещества преследовало цель создать очаги пролиферации ткани, в которых вирус мог найти для себя наиболее благоприятные условия.

Опыты эти дали положительные результаты. Примерно в 15% случаев бесклеточные фильтраты возникающих сарком вызывали появление подобных же опухолей. Аналогичные результаты были получены и в опытах на кроликах. Эти опыты были, однако, трудно воспроизводимы и давали положительные результаты в сравнительно небольшом проценте

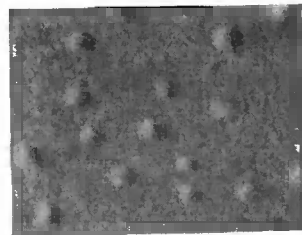


Рис. 3. Вирус папилломы кроликов. Электронная микроскопия. Увеличение 50 000 раз

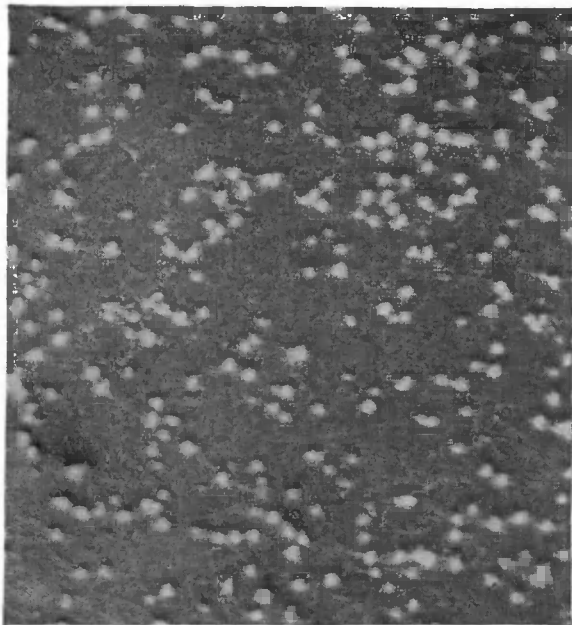


Рис. 4. Вирусоподобные тельца из селезенки человека, погибшего от лейкоза. Электронная микроскопия. Увеличение 20 250 раз

случаев. Попытки обнаружить подобным образом вирусы в индуцированных канцерогенами опухолях других животных были неудачны. Но в последнее время появились исследования, подтверждающие возможность обнаружения вирусов в индуцированных опухолях. А. Тимофеевский и С. Беневоленская сообщили о том, что бесклеточный экстракт индуцированной крысиной саркомы вызывает в культуре ткани превращение нормальных крысиных клеток в опухолевые, при сопутствующем действии канцерогенного вещества. Канцерогенное вещество само по себе не обладало этим действием. В этих исследованиях применен тот же принцип комбинированного действия вируса и канцерогенного вещества, который был применен в наших опытах. Опухолевые клетки, полученные в культурах под влиянием фильтрата индуцированной опухоли, могущего содержать только фильтрующийся вирусоподобный агент, вызвали при прививке крысам рост саркоматозной опухоли.

Недавно Ф. Лейкиной и Е. Пригожиной обнаружен вирусоподобный агент и в опухолях молочных желез крыс, инду-

цированных половым гормоном. Этот агент оказался сходным с вирусом рака молочных желез мышей и вызывал в некоторых случаях у мышей образование предраковых и раковых изменений, типичных для этого вируса.

Все эти исследования дают экспериментальное обоснование гипотезе о роли вирусов в происхождении индуцированных опухолей, но они, разумеется, не решают этого вопроса, нуждающегося в дальнейшем изучении.

Вышеизложенный фактический материал позволяет различать следующие типы опухолей.

1. Опухоли, вызываемые вирусами, в которых вирус сохраняет свою активность в течение всего периода роста опухоли. Примером может служить рак молочных желез мышей.

2. Опухоли, вызываемые вирусами, в которых вирус обнаруживается в течение определенной стадии развития, а затем исчезает. Наибольший интерес из опухолей этого типа представляет папиллома кроликов, являющаяся в первой стадии своего роста доброкачественной вирусной опухолью. При переходе этой опухоли в злокачественную, при превращении ее в рак, вирус из нее исчезает.

3. Опухоли, индуцированные различного рода химическими и физическими факторами, в которых вирусы не обнаруживаются ни биологическими методами, ни электронным микроскопом. Примером могут служить многие опухоли мышей и крыс, индуцированные канцерогенными веществами.

Опухоли человека. Какова же этиология рака человека? Есть ли какие-либо данные, чтобы судить о природе опухолей человека? Играют ли вирусы какую-либо роль в происхождении опухолей человека? Каким путем распространяется раковая болезнь? На все эти и многие другие вопросы еще нет ясного ответа. Но за последние годы в этой, наиболее трудной области проблемы рака намечались плодотворные пути изучения, дающие надежду на решение вопроса о природе рака человека.

Нужно отметить, прежде всего, обнаружение вирусов в опухолях человека при помощи электронного микроскопа. Округлые вирусоподобные тельца, вполне сходные с тельцами, обнаруживаемыми в опухолях заведомо вирусной природы, найдены сей-

час в тканях многих опухолей человека. Своеобразная форма оказалась у вирусоподобных телец, обнаруженных в селезенке людей, погибших от лейкозиев (лейкемии)—заболевания, относимого большинством исследователей к раковым. На рис. 4 представлен один из препаратов этих телец, полученных В. Парнес в нашей лаборатории. Они оказались имеющими сперматозоидную форму. Подобной формой обладают и некоторые вирусы, поражающие бактерий, так называемые бактериофаги. Специальные исследования показали, что эти тельца несут в себе компонент, специфический для лейкозных клеток, что делает вполне вероятным предположение, что эти вирусоподобные тельца являются возбудителем лейкозиев.

К сожалению, подобные исследования еще не произведены из-за технических трудностей с другими вирусоподобными тельцами, обнаруженными в опухолях человека, что, однако, совершенно необходимо, так как в некоторых случаях подобные тельца, хотя и в значительно меньшем количестве, обнаружены и в здоровых тканях.

В последнее время вместе с Т. Гасановым и И. Шустровой мы исследовали некоторые опухоли человека, до сих пор не изученные при помощи электронного микроскопа. Это бородавчатые разрастания (папилломы) слизистых оболочек; в большинстве случаев после многих лет существования в доброкачественном состоянии они превращаются в быстро растущие раковые опухоли. Как показывают приводимые фотографии (рис. 5 и 6), в папилломе мочевого пузыря и в ткани полипоза желудка вирусоподобные тельца обнаруживаются в очень большом числе, они имеют округлую форму и часто образуют агрегаты, состоящие из нескольких подобных телец. Значительно меньшее число телец мы обнаружили в папилломах гортани у детей, но тельца, находящиеся в соответствующих препаратах (рис. 7), имеют типичную форму. В контрольных препаратах из здоровой ткани подобных телец мы не видели. Нужно отметить, что папилломы кожи и слизистых оболочек встречаются у многих видов животных, и все они вызываются соответствующими вирусами. Бородавки кожи человека и, повидимому, папилломы гортани также имеют вирусную природу. Еще в 1923 г. Ульман привил себе в кожу экстракт из папилломы гортани,

и на месте прививки через несколько месяцев выросла кожная папиллома, которую оказалось возможным привить другому лицу при помощи фильтра. Этот опыт не был повторен, но его достоверность не вызывает сомнений.

Как указывалось выше, вирусоподобные тельца обнаружены во всех опухолях животных, вирусная природа которых точно установлена, и не обнаружены в индуцированных опухолях. Обнаружение подобных телец в опухолях человека позволяет поэтому предполагать, что и естественно возникшие опухоли человека относятся к опухолям вирусной природы. Разумеется, у человека могут возникать и индуцированные опухоли. К их числу относятся случаи профессионального рака, когда заболевание возникает после длительного воздействия канцерогенных факторов химической или физической природы. Этиология этих опухолей еще не изучена, но они почти исчезли в нашей стране благодаря профилактическим мероприятиям, проводимым на соответствующих производствах.

Факторы, обуславливающие размножение опухолевых клеток в организме. При любом инфекционном заболевании инфекционный агент, будь то бактерия или вирус, вы-

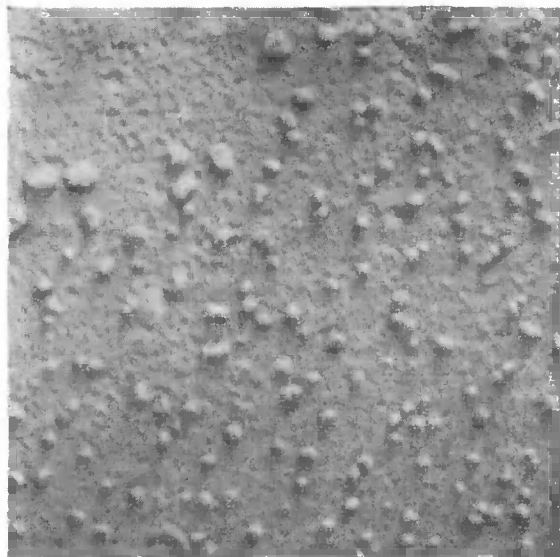


Рис. 5. Вирусоподобные тельца из папилломы мочевого пузыря. Электронная микроскопия. Увеличение 15 300 раз

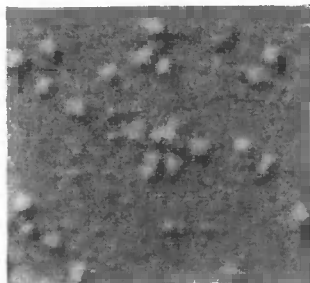


Рис. 6. Вирусоподобные геллы из полипоза желудка. Электронная микроскопия. Увеличение 26 000 раз

зывает в организме повреждения и функциональные нарушения, которые и определяют картину заболевания. При опухолевых заболеваниях процесс гораздо более сложен. Вирус вызывает превращение нормальных клеток организма в опухолевые, и опухоль образуется благо-

даря размножению последних. Симптомы заболевания и все явления, доступные изучению клинициста, обусловлены уже не вирусом, а размножающимися опухолевыми клетками. Это — существенное отличие опухолевого процесса от обычного инфекционного процесса, очевидное для каждого исследователя. Выше указывалось, что опухолеродные вирусы часто маскируются. В «старой», росшей более 40 дней саркоме кур почти никогда не удается обнаружить активного вируса. Но эта опухоль продолжает расти и приводит к смерти. Следовательно, опухоль растет, несмотря на отсутствие в ее клетках активного вируса. Но и в «молодой», активно растущей саркоме далеко не каждая размножающаяся клетка содержит вирус. Современная методика позволяет определить число клеток и число вирусных частиц в 1 г опухолевой ткани. По данным Карра, в 1 г быстро растущей саркомы кур содержится 107 млн. активных вирусных частиц, а клеток в 100 раз больше. Иначе говоря, на 100 клеток приходится 1 частица вируса, следовательно, 99 клеток из ста активного вируса не содержат. Вместе с тем, было выяснено, что частицы, подобные вирусным, но не обладающие канцерогенной активностью, содержатся в опухоли в количестве, значительно превышающем число клеток. Возможно, что это частицы маскированного вируса. Из этих данных, повидному, можно сделать вывод, что присутствие активного вируса не обязательно для размножения уже образовавшихся опухолевых клеток. Но почему же тогда растет опухоль? Некоторые эксперименты, поставленные у нас в лаборатории, позволяют

высказать гипотезу о факторах, обуславливающих опухолевый рост.

Выше указывалось, что при превращении папилломы кроликов в рак вызывающий ее вирус маскируется. Мы перенесли изучение этого явления в пробирку. Активный вирус папилломы был смешан в пробирке с экстрактом из раковой ткани. Оказалось, что уже после 30 мин. подобного контакта вирус теряет свою болезнетворность, маскируется. Было установлено также, что эта блокирующая способность связана с определенными фракциями опухолевой ткани, именно, — с белками типа глобулинов. Подобные белки, извлеченные из нормальной кожи кроликов, не только не блокировали вируса, но даже ускоряли его действие. Таким образом, в этих опытах, проводившихся вместе с З. Постниковой, Е. Барабадзе, В. Артамоновой и другими, было доказано образование в тканях, при их превращении в злокачественные, особых белков, отличных от нормальных белков организма.

Подобные же данные, свидетельствующие о наличии особых белков во всех исследованных опухолях человека и животных, как заведомо вирусного происхождения, так и индуцированных, были получены вместе с Н. Нарциссовым, З. Байдаковой и другими сотрудниками в специальных иммунологических опытах, которые мы не можем излагать в этой статье.

Нужно отметить, что и биохимические исследования Б. Збарского, С. Мордашова и других также показали различия белкового состава опухолевых и нормальных тканей. Все эти данные делают достоверным предположение, что в опухолевых клетках возникает особый, отличный от нормального, белок. Какие же последствия влечет за собой образование подобного белка для роста опухоли?

Хотя до сих пор точно не известна природа фактора или факторов, организующих, направляющих и ограничивающих рост и размножение клеток в организме, но вряд ли можно сомневаться в их существовании. Эволюция создала полное соответствие между химическим составом клеток и факторами, регулирующими их рост. Изменялся химический состав клеток, изменялись соответственным образом и приспособления организма, регулирующие рост и размножение клеток, и это соответствие, таким образом, никогда

не нарушалось. Но оно нарушается, если в результате изменения синтеза белка в процессе канцерогенеза возникают опухолевые клетки с белком, отличающимся от нормального. Эти клетки не становятся автономными от организма, но их рост уже не может в должной степени регулироваться системами организма, созданными эволюцией для регуляции роста нормальных клеток, и опухолевые клетки начинают свой прогрессивный рост. Возможно, что образование ракового белка представляет собою своеобразную защитную реакцию. Мы видели, что в некоторых опухолях он целиком блокирует болезнетворные свойства вируса, в других он, по видимому, ограничивает размножение вируса в клетках. Но эта защитная реакция оказывается трагической для организма. Образовавшийся раковый белок настолько изменяет опухолевые клетки, что они в какой-то мере выходят из-под контроля факторов, регулирующих рост клеток организма, что и создает основное условие для их неукротимого размножения. Этому процессу, несомненно, способствуют и те вирусы, которые сохраняют свою активность в растущих опухолях.

Изложенная гипотеза базируется на точных установленных данных; однако для своего окончательного обоснования она нуждается во многих, пока еще отсутствующих экспериментальных материалах.

Каким путем распространяется рак. Обычно принято думать, что если заболевание вызывается инфекционным агентом, то оно обязательно заразно. Это правильно отнюдь не для всех инфекционных заболеваний. Например, больные крупозной пневмонией, цереброспинальным менингитом, закрытыми формами туберкулеза, летаргическим энцефалитом не представляют опасности для окружающих. Совершенно не заразны, даже при самом тесном контакте, больные инфекциями, переносимыми членистоногими, конечно, при отсутствии последних: больные сыпным тифом, различными формами энцефалитов, малярией и т. п. Таким образом, инфекционное заболевание — это еще не значит заразное. Вполне естественно поэтому, учитывая изложенные выше материалы, свидетельствующие о вирусной природе рака, поставить вопрос о том, заразен ли раковый больной. На этот вопрос можно дать вполне определенный отрицательный ответ.

Раковая болезнь не передается путем непосредственного контакта. Никогда не было отмечено повышенной заболеваемости врачей и другого медицинского персонала, имеющего дело с больными раком. Можно было бы предположить, что это обусловлено невосприимчивостью взрослых к раку. Если бы, однако, подобный контакт сопровождался вирусоносительством и передачей вируса потомству, наблюдалась бы повышенная заболеваемость раком в семьях медицинского персонала, обслуживающего больных раком. Но и это никогда не было отмечено. Никогда не наблюдалась и передача путем контакта опухолей животных (за исключением лимфоматоза кур). Таким образом, есть достаточные основания полагать, что раковая болезнь человека не передается путем контакта.

В дальнейшем, если будет обнаружено выделение больными опухолеродных вирусов во внешнюю среду, этот вопрос нужно будет изучать на новых основаниях.

Некоторые пути передачи опухолеродных вирусов животных в настоящее время установлены с определенностью. Так, например, точно установлено, что вирус рака молочных желез мышей передается с молоком от матери потомству. Это — основной путь передачи. Вирус передается также через сперму и кровососущими паразитами. Последние способы передачи имеют, однако, гораздо меньшее значение, так как восприимчивость к вирусу рака молочных желез сохраняется у мышей не более, чем в течение двух месяцев после рождения. Взрослые мыши, не заболевая сами, могут тем не менее стать носителями вируса и передать его потомству. Вирус лейкемии мышей передается от матери потомству еще во внутриутробной жизни, и восприимчивость к этому вирусу в экспериментальных условиях сохраняется у мышей только в первые дни после рождения.

Вирус папилломы кроликов в естествен-

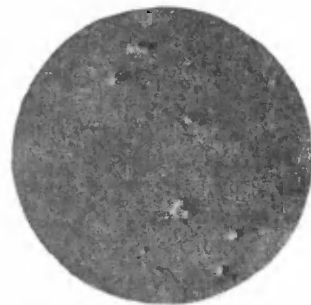


Рис. 7. Вирусоподобные тельца из папилломы гортави. Электронная микроскопия. Увеличение 7900 раз

ных условиях передается здоровым животным через клещей.

Разнообразны способы передачи вируса лимфоматоза кур — этот вирус передается через яйца. Вместе с тем доказана передача его путем контакта, повидимому, вследствие выделения вируса через дыхательные пути. Это — пока единственный известный опухолеродный вирус, передающийся путем контакта.

Какие же пути передачи раковых заболеваний можно предполагать у человека? Некоторые давно известные факты позволяют предполагать передачу раковой болезни способами, аналогичными тем, которые известны при раке молочных желез и лейкемии мышей. Давно уже отмечено существование так называемых «раковых семей», где заболевания раком наблюдались в ряде поколений.

Многие авторы сообщали о случаях заболевания раком матери или отца, некоторых их детей и внуков.

Сравнительно недавно Ленц (Германия) тщательно проанализировал данные о 2308 больных раком. Во всех 1449 из этих больных (созлокачественными опухолями) и 44 (с доброкачественными) у других членов семьи заболеваний опухолями отмечено не было. Но в семьях 815 больных из них заболевания опухолями наблюдались и у других членов семьи. Таким образом, в 35,3% в одной и той же семье наблюдалось два и более случаев заболевания раком.

В дальнейшем автор изучил 975 родословных семей, в которых наблюдались заболевания раком. Некоторые из этих родословных были изучены в семи поколениях, причем были обнаружены семьи, в которых заболевания наблюдались в каждом поколении, поражая до 60% всех членов семей.

Были отмечены случаи, когда в некоторых поколениях заболевания отсутствовали или были единичны, но наблюдались в предыдущем и последующем. При подсчете случаев, в которых можно было предполагать

передачу через мать или отца, при анализе 951 случая было обнаружено, что мать и дочь болели в 344 случаях, мать и сын — в 125, отец и дочь — в 199 и отец и сын — в 97. В остальных 186 случаях отец и мать были здоровы, но в их семьях наблюдались заболевания. Более старыми данными также установлено, что передача заболевания через мать имеет место в 1,5 раза чаще, чем через отца.

Все приведенные и другие аналогичные материалы с несомненностью устанавливают наличие семей, в которых наблюдаются заболевания раком в ряде поколений. Подобные факты пытались объяснить наследственностью раковой болезни, как это имело место и в отношении рака молочных желез мышей до того, как была установлена передача этого заболевания молоком от матери потомству.

В свете вышеизложенных данных о способах передачи некоторых опухолеродных вирусов, и в частности вируса рака молочных желез и лейкемии мышей, подобное объяснение неудовлетворительно и должно быть отвергнуто.

Необходимы дальнейшие исследования, чтобы установить способы передачи раковой болезни у человека, и в этих исследованиях в первую очередь должна быть принята во внимание возможность передачи опухолевых заболеваний с молоком и через плаценту.

Нужно еще очень много труда и немало времени, чтобы полностью разрешить вопрос о природе раковой болезни. Но то, что известно в настоящее время, и особенно то, что стало известно в последние два десятилетия, дает основание думать, что решение этой задачи не за горами. Советские исследователи, внесшие столь большой вклад в решение многих кардинальных вопросов современного учения об опухолях, должны приложить все усилия для окончательного установления природы раковой болезни человека.



ВСЕСОЮЗНАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ ВЫСТАВКА

ОХОТА И ЗВЕРОВОДСТВО

Н. Я. Авдеев

Главный зоотехник павильона «Охота и звероводство» ВСХВ



Издревле охота на самых разнообразных животных была одним из распространеннейших промыслов народов, населяющих нашу страну. Для многих народностей она служила главным источником существования. Чрезвычайно велико было не только хозяйственное значение охотничьего промысла, но и его воспитательное значение, поскольку он развивал у людей стойкость, настойчивость в достижении цели, привычку преодолевать препятствия, выдержку, наблюдательность, зоркость, меткость глаза. В трудных охотничьих походах закалялись и мужали сотни тысяч людей, в особенности в Сибири, на северных окраинах нашей страны. Здесь охота многие столетия оставалась основным занятием таких народностей, как эвенки, чукчи, якуты, ненцы, ханты и др.

Однако в условиях царской России хищническое истребление огромных охотничьих сокровищ привело к почти полному исчезновению наиболее ценных видов зверей — зубра, речного бобра, соболя, выхухоли, лося. Но, хотя искусные охотники убивали большое количество зверя, это несколько их не обогащало, ничуть не обеспечивало им маломальски сносного существования, так как богатства эти уплывали в руки купцов и кулаков. Северные народности изнемогали в беспросветной нищете, в бесправии, и фактически вымирали. Их, в полном смысле этого слова, спасла Октябрьская революция.

Советская власть, на первых же порах ее установления, решительно перестроила охотничий промысел на разумных началах. Пушные богатства стали использоваться для экономического подъема народного хозяйства, при этом учитывалось широкое восстановление в кратчайший срок поголовья ценных животных. С этой целью еще в 1920 г. В. И. Лениным был подписан особый декрет об охоте, предопределивший пути ее дальнейшего развития.

Ныне пушной промысел является одной из существенных отраслей народного хозяйства. Об этом наглядно и убедительно свидетельствуют многочисленные материалы павильона «Охота и звероводство» Всесоюзной сельскохозяйственной выставки.

По обилию и разнообразию охотничье-промысловой фауны Советский Союз занимает первое место в мире. В нашей стране обитает свыше 130 видов зверей и 250 видов птиц, на которых ведется промысловая охота. Поголовье таких ценных видов, как выдра, соболь, куница, лось, сайга и др., восстановлено, более того, — на них разрешен промысел.

Речной бобр, ранее почти полностью исчезнувший в местах его естественного обитания, теперь расселен в новых районах, где он и акклиматизировался: в Коми АССР, Красноярском крае, Новосибирской, Мурманской, Московской и иных областях.

И эта новая география распространяется на многие виды охотничье-промысловых зверей. Так, заяц-русак появился в Сибири, где раньше его никогда не видали; сибирская кося, чье самое название говорит об ее происхождении, стала жительницей центральной Европейской части Советского Союза; белка-телеутка, ранее обитавшая на островке ленточных боров Алтайского края, ныне расселена во многие области страны, а пятнистый олень — в Алтайский край. Уссурийский енот прежде встречался исключительно в Приморском и в южной части Хабаровского края, а сейчас он обычен почти повсеместно на территории всей Европейской части нашей страны — в Ленинградской области и на Кавказе, на Украине и в Поволжье. О том, какое значение имеет это расселение, свидетельствует такой факт: три четверти заготавливаемых шкурок уссурийского енота поступает именно из новых районов его обитания. У нас снова появились такие промысловые звери, о которых до недавнего времени знали только понаслышке: ондатра, нутрия, енот-полоскун и др. Эти звери уже сейчас дают многие миллионы очень ценных шкурок — на ондатру охотятся, а нутрию разводят в специально созданных хозяйствах.

Одновременно с развитием охотничьего хозяйства в нашей стране возникла совершенно новая отрасль животноводства, какой в прежние времена вовсе не существовало, а именно — звероводство. Многие зверосовхозы и колхозы разводят в клетках таких ценных пушных зверей, как голубой песец, серебристо-черная лисица, норка и исконный русский соболь. Наше молодое звероводство уверенно держит первенство во всей Европе, а по количеству получения шкурок серебристо-черных лисиц мы добились мирового первенства.

Картина окажется неполной, если не рассказать также об оленеводстве. Ведется оно с чрезвычайно большим размахом в двух направлениях: оленеводство является преимущественно основным занятием народностей Севера — здесь олени используются в целях передвижения на огромных пространствах тундры и лесотундры, и в то же время они дают мясо и шкуры. Второй самостоятельной отраслью оленеводства является разведение пятнистых оленей для добычи пантов. Молодые, еще не успевшие окостенеть рога оленей — панты — представляют собой важное лекарствен-

ное сырье, из которого вырабатывается ценное целебное средство — пантокрин. Уместно отметить, что ни в одной капиталистической стране не развито пантовое оленеводство.

Так в самых общих чертах обстоит дело с охотой и звероводством у нас в стране. И при осмотре павильона, посвященного этим отраслям на Выставке, при ознакомлении с любыми хозяйствами и экспонатами с неопровержимой отчетливостью становится ясно, что все выдающиеся достижения в этой области целиком зиждятся на научных основах, что благодаря советским ученым разрешены многие важнейшие проблемы охоты и звероводства.

В нашей стране существует сеть специальных научных учреждений, занимающихся исключительно разработкой проблем охоты и звероводства.

На Выставке разносторонне освещена работа отдельных научно-исследовательских институтов.

Начнем обзор со Всесоюзного научно-исследовательского института охотничьего промысла Министерства заготовок СССР (ВНИО). Программа исследований, проводимых его коллективом, очень обширна. Достаточно указать, что в 1954 г. разрабатывалось 14 узловых тем.

Институтом разрешен вопрос о воспроизводстве и акклиматизации пушных зверей. Руководствуясь предложенной методикой заведующего лабораторией акклиматизации проф. Н. П. Лаврова, хозяйственные организации при деятельном и повседневном участии научных работников расселили громадное количество — 150 тыс. ценных пушных зверей, и это ощутило обогатило фауну многих областей СССР.

Так, например, ондатра стала постоянной обитательницей водоемов нашей страны. Это — одна из крупнейших заслуг Института. Научные работники ВНИО обучили, в соответствии с требованиями науки, практиков ондатровых хозяйств правильно оценивать и выбирать водные охотничьи угодья, подсаживать водные кормовые и защитные растения, прокладывать каналы и строить искусственные жилища для ондатр. И вот замечательный пример: благодаря устройству таких каналов и жилищ на оз. Мохнатое, Куйбышевского ондатрового промыслового хозяйства, Новосибирской области (что зна-

чительно увеличило гнездопригодную площадь водоема) удалось умножить поголовье ондатры в девять раз.

Институт активно участвует в разрешении народнохозяйственных проблем. Так, в 56 областях создано 85 государственных хозяйств по разведению нутрии в условиях полувольного режима. Этим советское звероводство обязано ученым трудам старшего научного сотрудника Института Г. В. Соколова, который обосновал и усовершенствовал соответствующую строго научную методику.

Работников ВНИО можно встретить повсеместно — на севере и на юге, на востоке и на западе нашей страны. От Северного Ледовитого океана до, Аральского моря успешно проведены работы по акклиматизации ондатры, а от Дальнего Востока до Ленинградской области — енота.

Применяя мичуринское учение о преобразовании природы, ученые Института изменяют биологию различных промысловых зверей. Так, нутрия — зверек, завезенный к нам из Южной Америки, не переносивший ранее морозов, — теперь прекрасно себя чувствует в Омской, Иркутской и других сибирских областях Советского Союза.

Сотрудники Института не ограничиваются лишь проблемами расселения того или иного пушного зверя. Что касается нутрии, то, наряду с предложениями по акклиматизации нутрий в совершенно новых районах и созданию здесь промысловых хозяйств, Институт обосновал рациональные сроки забоя этого зверя различных возрастов по всем зонам СССР, и в первую очередь на цент-

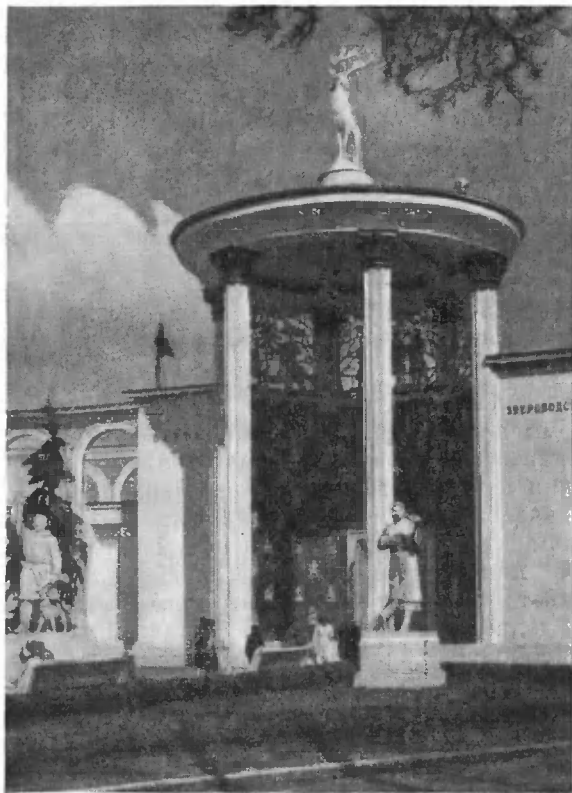
ральных нутриевых фермах, рекомендована наиболее эффективная первичная обработка шкурок нутрии и изучено влияние сырьевых дефектов ее шкурок на полуфабрикат.

Возьмем, например, работу по прославленному русскому соболу. Ареал его после выпуска в новых районах и проведения охранных мероприятий увеличился на 1 млн. га, а плотность заселения этого зверя в охотничьих хозяйствах удвоилась. Методика расселения соболей и научно аргументированное планирование их добычи — результат деятельности работников Института под руководством проф. П. А. Мантейфеля, одного из виднейших наших ученых.

Институт ведет неослабную борьбу с болезнями диких промысловых животных в природе. Устанавливается природа нейровирусных инфекций — бешенства, энцефалита и других заболеваний — среди соболей, лисиц и песцов. Изыскиваются надежные способы предупрежде-

ния и излечения этих болезней. Научные работники Института изучают закономерности возникновения и распространения туляремии, пастереллезной, листереллезной и иных микробных инфекций у ондатры и методы иммунизации ондатры в природных условиях, а также способы дезинфекции воды, зараженной туляремией. Определяется распространение чесотки у диких лисиц и разрабатываются приемы борьбы с этим заболеванием, в частности методы оздоровления лисьих нор.

Институт разработал чрезвычайно важную для практики методику прогноза «урожая» основных видов пушных зверей, по-



ВСХВ. Павильон «Охота и звероводство»



Воронежский заповедник. Групповое содержание бобров

условия обитания и размножения зверей около 7 тысяч корреспондентов-охотников. Со всех концов СССР они систематически присылают свои сообщения.

Успешно трудятся также работники Научно-исследовательского института кролиководства и звероводства Министерства сельского хозяйства РСФСР.

Директором Института кандидатом ветеринарных наук В. К. Новиковым разработан метод консервирования и обеззараживания крови, и благодаря этому стало возможно в неограниченных пределах использовать для кормления зверей отходы боев — сборную кровь забиваемых животных.

звolyющую более точно планировать их добычу в различных промысловых районах.

Институт уделяет также большое внимание вопросам повышения качества пушно-мехового сырья. Особо надлежит отметить предложенный работниками ВНИО новый кислотно-солевой способ консервирования шкур. Он предохраняет сырье от гнилостного разложения, делает излишней его правку и сушку, сокращает расход времени на первичную обработку, что резко повышает производительность труда охотника. Кроме того, повышается качество продукции, обеспечивается наилучшая ее сохранность и ускоряется процесс выделки шкур. Так, в 1952—1953 гг. этим прогрессивным и экономичным способом обработано 9 млн. шкур, а в одном только 1954 г. таким образом законсервировано свыше 5 млн. шкур, причем научные работники, как и в минувшие годы, принимают непосредственное участие в этом производственном процессе, обучая и инструктируя охотников и заготовителей.

Институт располагает 12 зональными лабораториями и 4 опорными пунктами в различных областях Советского Союза. Стремясь глубже изучить производство, ВНИО установил постоянную связь с охотниками-промысловиками. Эта связь ширится и крепнет с каждым годом. По программам и инструкциям, составленным научными работниками, ведут повседневные наблюдения, изучают

До последнего времени от пантовых оленей использовались лишь рога, из которых приготавливался общеизвестный лечебный препарат пантокрин. В. К. Новикову принадлежит важное открытие: оказывается, из крови оленей можно также добывать высокоактивное лечебное средство, названное им пантогематогеном. Это новое средство, испытанное на отстававших в своем развитии щенках серебристо-черных лис, доказало свою высокую биологическую активность. Впоследствии его действенность с таким же успехом была проверена в медицинских учреждениях.



Пушкинский зверосовхоз. Соболь

Фото Л. Шульмана

Пантогематоген оказался чрезвычайно активным биогенным стимулятором.

Старший научный сотрудник этого же Института кандидат биологических наук Г. А. Кузнецов разработал способ ускорения сроков гона у лисиц таким, на первый взгляд, необычным путем, как регулирование длительности светового дня. Благодаря этому сейчас стало возможно получать молодняк от лисиц с февраля по май. Помимо того, Г. А. Кузнецов, направленно изменяя световой день и повышая кормовые рационы, добился получения от серебристо-черных лисиц двух приплодов на протяжении года. Тем самым, в итоге активного вторжения науки в производство, можно будет удвоить количественных шкурок, получаемых от зверей.

Еще в 1949 г. научный сотрудник Института В. И. Лепешкин выступил инициатором создания Тобольского госплемрассадника серебристо-черных лисиц на базе ряда колхозных звероферм. С тех пор он непрерывно оказывал научную и организационную помощь колхозам зоны этого госплемрассадника. И вот замечательные результаты: было 13 племферм — стало 17, в производственном стаде числилось 390 зверей — ныне их 809, раньше каждая самка приносила в среднем 3,25 щенка — теперь она приносит 3,8, качество сдаваемых государству шкурок повысилось на 8,6%. Только за два предпоследних года колхозы этой зоны получили дополнительного дохода от звероводства около двух с половиной миллионов рублей.

Широко показана на Выставке деятельность Всесоюзной научно-исследовательской лаборатории пушного звероводства и пантового оленеводства Министерства совхозов СССР (ВНИЛЗО). Благодаря внедрению в производство разработанных этим Институтом зоотехнических и ветеринарно-профилактических мероприятий выход молодняка от каждых 10 самок серебристо-черных лисиц возрос в среднем с 25 щенков в 1945 г. до 36 в 1950 г. и 38 щенков в 1953 г.; себестоимость содержания зверей за 6 лет снизилась на 57%.

Б Природа, № 4



Ондатра в естественных условиях обитания

Фото Колобаева

Доктор ветеринарных наук проф. С. Я. Любашенко разработал биопрепараты против такой губительной болезни пушных зверей, как инфекционная желтуха. Сейчас это заболевание полностью ликвидировано.

Другой научный сотрудник этой лаборатории Д. К. Беляев принимает непосредственное участие в работе крупнейшего звероводческого совхоза Карьякюла в Эстонии. К настоящему времени в стаде этого совхоза имеется пять линий производителей, отобранных по наиболее ценным качествам. В совхозе сложился самостоятельный тип лисиц с отличным мехом своеобразной серебристо-голубой окраски, причем сами шкурки большого размера. Самки отличаются повышенной плодовитостью, а самцы, переданные в другие хозяйства, и там улучшили поголовье.

Опыты Д. К. Беляева доказали влияние искусственного сокращения длительности светового дня на сроки созревания меха у молодняк и взрослых лисиц. Этот метод ныне внедрен в ряде звероводческих совхозов и принес хорошие результаты. Искусственно измененный режим освещения в течение года влияет на изменение полового цикла у самок-лисиц, и они дважды приносят приплод. Тем самым изменяется одно из устойчивых, наследственно закрепленных качеств пушных зверей.

Большой экономический эффект принесла реализация предложения лаборатории —



Пушкинский зверосовхоз. Платиновая и серебристо-черная лисицы

Фото Л. Шильмана

заменить при корме зверей дорогие пищевые дрожжи несравненно более дешевыми — кормовыми. Прежде пушных зверей кормили в основном мясом, теперь его заменили различными отходами мясной и молочной промышленности по типовым рационам, разработанным научными сотрудниками лаборатории. Тем самым сберегаются миллионы рублей, большое количество пищевого мяса и значительно расширяется кормовая база зверосовхозов.

Научные сотрудники ВНИЛЗО, изучив практику кормления зверей в совхозах и проведя ряд специальных экспериментов, установили, что одной из основных причин массовых желудочно-кишечных заболеваний молодняка серебристо-черных лисиц в возрасте 1—2 месяцев служила недостаточность витамина А в кормах. Опыты показали, что роль витамина А этим далеко не ограничивается. Обогащение кормовых рационов этим витамином значительно повышает плодовитость самок и увеличивает жизнестойкость щенят.

До недавних пор во многих звероводческих хозяйствах около 15% щенков серебристо-черных лисиц погибало от заболевания, названного «краснолапостью». Известны случаи, когда от этого недуга пало свыше половины новорожденных щенков (в Берсутском зверосовхозе). Работники лаборатории, исследуя природу этой болезни на протяжении 4 лет, установили, что она порождается недостатком витамина С и обуславливается

неправильным кормлением беременных самок. Достаточно было осуществить профилактику, и отход щенков от «краснолапости» повсеместно полностью прекратился.

Работники этой же лаборатории установили отрицательное влияние недостатка в кормах пантотеновой кислоты на качество шкурок и на размножение зверей. Эта форма авитаминоза приводила к посерению волоса, его преждевременному выпадению, а также к ощутимому снижению плодовитости самок. Изучив причину, научные работники добились решительного устранения этих недостатков. Таковы только некоторые из достижений отдела пушного звероводства ВНИЛЗО.

Чрезвычайно ценные результаты достигнуты также отделами пантового оленеводства и ветеринарным отделом Лаборатории. При организации совхозов по разведению пантовых оленей отсутствовал какой бы то ни было подлинно научный материал по разведению, кормлению и содержанию этих, еще недавно диких, животных. Теперь разведение их проводится на строго научной зоотехнической базе. Изучая панты как лекарственное сырье, работники Лаборатории разработали новый, более



Гауяский зверосовхоз. Норка

совершенный метод изготовления пантокрина, который уже внедрен в производство.

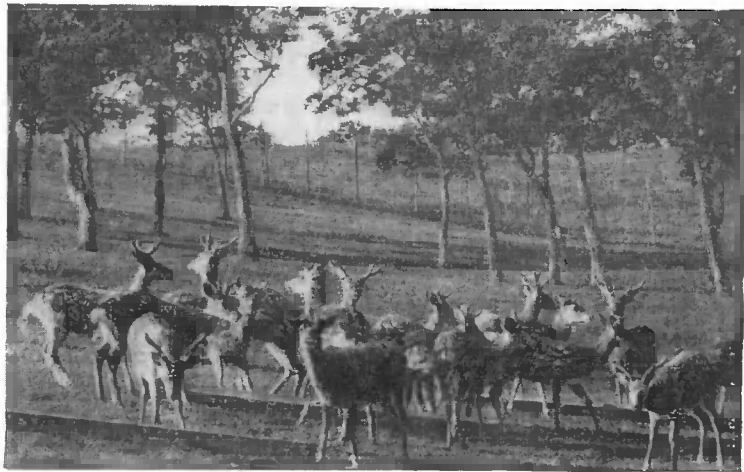
Обобщая итоги научной деятельности ВНИЛЗО, можно привести цифры, не требующие никаких пояснений: если в 1950 г. выход пантов пятнистых оленей возрос в полтора раза против 1946 г., то в 1953 г. он почти удвоился; а у маралов — еще более показательный рост: с 141,9% в 1950 г. до 215,6% в 1953 г. по сравнению с 1946 г.

Разнообразная научная работа проводится не только непосредственно в научных учреждениях, но и в государственных заповедниках и производственных хозяйствах.

Заповедники призваны охранять и изучать ценные участки природы, восстанавливать и увеличивать поголовье промысловых животных. Территория, отведенная в нашей стране под заповедники, достигает почти полутора миллионов гектаров. Они размещены во всех зоогеографических зонах.

Показательны успехи удостоенного показа на ВСХВ Воронежского заповедника по охране и разведению речного бобра. До революции ценный пушной зверь — бобр был почти целиком истреблен. А сейчас бобры — «уроженцы» Воронежского заповедника — расселены в 18 областях РСФСР и 7 союзных республиках. Общее поголовье бобров воронежского происхождения в нашей стране в 1953 г. превысило 6 тыс. голов.

Воронежский заповедник впервые добился разведения бобров в неволе, на ферме. Большую работу в этом направлении проделал старший научный сотрудник заповедника — заведующий бобровой фермой Л. С. Лавров. Применяя новейшие достижения мичуринской биологии, он добился переделки природы дикого ночного зверя, превратив его в легко поддающееся приручению и направленному воздействию человека одомашненное животное. Такое изменение благоприятно отразилось на про-



Шебалинский оленевхоз. Пятнистые олени

изводственных результатах фермы. Так, в 1953 г. выращено в три раза больше бобрят, чем в 1951 г.

Практическое значение имеет проводящийся на ферме сбор бобрового пуха — превосходного сырья для изготовления высококачественного фетра, и бобровой струи, необходимой для нашей парфюмерной промышленности. Кроме того, в заповеднике впервые в мире научными работниками изучены болезни бобров и меры борьбы с ними.

* * *

Сейчас по всему Советскому Союзу широко развернулось всенародное движение по дальнейшему подъему социалистического сельского хозяйства. Партия и Правительство поставили перед страной благородную и ответственную задачу: в самом недалеком будущем резко повысить обеспеченность населения продовольствием и промышленными товарами широкого потребления. В частности, пятилетний план предусматривает увеличение выпуска готовых меховых изделий в 2,3 раза.

Охотники, звероводы, работники меховой промышленности в повседневном содружестве с деятелями советской науки сделают все, чтобы осуществить этот план и выполнить с честью свой долг перед Родиной.

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

НЕСТАЦИОНАРНЫЕ ЗВЕЗДЫ И ИХ РОЛЬ В КОСМОГОНИИ

К ИТОГАМ 4-ГО КОСМОГОНИЧЕСКОГО СОВЕЩАНИЯ

А. Г. Масевич



Результатам всестороннего исследования различных типов неустойчивых звезд было посвящено 4-е космогоническое совещание, состоявшееся в Москве 26—29 октября 1954 г. В совещании приняло участие 110 ученых — астрономов, физиков, геофизиков, представлявших 42 научных учреждения страны, а также ученые Китая, Польши, Венгрии, Румынии, Германской Демократической Республики и Индии.

Трудно переоценить значение нестационарных звезд в изучении проблемы происхождения и развития небесных тел. Такие звезды представляют особый интерес потому, что изменения в них сравнительно кратковременны; они подчас происходят бурно и даже взрывообразно и могут дать определенные указания о направлении развития изучаемого небесного тела.

Многие разновидности нестационарных звезд характеризуют своего рода поворотные этапы в жизни звезд, когда в результате длительных количественных накоплений наступает переход к новому качественному состоянию. Это очень важно для космогонии, где невозможность проследить за сколько-нибудь заметным эволюционным изменением отдельного небесного тела в течение не только жизни одного человека, но и всей истории астрономической науки, ограничивает исследователя и дает пищу для различных спекулятивных построений.

Открывая совещание, академик В. А. Амбарцумян указал на большое значение изучения нестационарных звезд для решения вопросов космогонии и отметил, что одной из важнейших задач современной астрономии является усиление систематических наблюдений этих объектов на наших обсерваториях — наблюдений, основанных на применении новой техники.

Первые два заседания были посвящены проблеме новых и сверхновых звезд. Новые звезды являются одним из наиболее ярких примеров скачкообразного развития звезды. Во время вспышки блеск звезды увеличивается за короткий срок в десятки тысяч раз. Каждая такая вспышка сопровождается выбросом вещества и, повидимому, изменениями структуры звезды. Для выяснения причины вспышек новых звезд в первую очередь необходимо знать, что отличает эти звезды от других, не вспыхивающих звезд.

Анализ данных наблюдений позволяет делать выводы о химическом составе, о массах новых звезд, о количестве выбрасываемого при вспышке вещества, о связи новых звезд с другими объектами. В докладе члена-корреспондента Академии наук СССР Э. Р. Мустеля приводились интересные результаты такого анализа, свидетельствующие о том, что, хотя содержание водорода во внешних слоях новых звезд не отличается от содержания водорода в оболочках

других звезд, в более глубоких слоях водорода, повидимому, аномально мало. В то же время содержание элементов кислородной группы (кислорода, углерода, азота) необычно велико. Оценка масс, приведенная докладчиком, приводит к выводу, что массы новых звезд очень велики — в сотни раз больше массы Солнца. Представление о таких больших массах новых звезд сталкивается, однако, с рядом затруднений и не может считаться окончательным.

Изучение статистических закономерностей привело сотрудника Крымской обсерватории И. М. Копылова к выводу, что новые звезды не связаны генетически ни с другими типами белых и голубых горячих звезд, ни с другими типами неустойчивых звезд, а являются особой группой, обладающей вполне определенными характеристиками и независимым происхождением.

Проблеме сверхновых звезд был посвящен доклад доктора физико-математических наук И. С. Шкловского. За последние годы радиоастрономия позволила выявить ряд важных новых фактов, относящихся к вспышкам сверхновых звезд. Целый ряд дискретных источников радиоизлучения Галактики был отождествлен с туманностями — несомненными остатками вспышек сверхновых. Это означает, что астрономическим наблюдениям становятся доступны сверхновые звезды, вспыхнувшие сотни лет тому назад в нашей Галактике. Сейчас уже сравнительно хорошо изучена одна из таких туманностей, Крабовидная туманность — остаток вспышки сверхновой 1054 г.

Анализ древних хроник и результатов радионаблюдений показывает, что частота вспышек сверхновых звезд в нашей Галактике раз в 10 больше, чем предполагалось. До сих пор считали, что одна сверхновая вспыхивает раз в 300 лет. В процессе вспышки выбрасывается сравнительно небольшая часть массы звезды, так что принципиального различия в природе вспышек новых и сверхновых, повидимому, нет. Разница заключается, в основном, в масштабе явления: блеск новой при вспышке увеличивается в десятки тысяч раз, а сверхновой — в сотни миллионов раз.

Проф. Чжу Кэ-чжен (Китай), выступивший по этому докладу, рассказал о работах китайских астрономов по установлению времени и обстоятельств вспышек сверхновых и

новых звезд по древним китайским летописям. Китайским ученым удалось установить ряд вспышек новых звезд, которые не были известны до сих пор астрономам.

Несколько докладов было посвящено пока еще весьма гипотетическим объяснениям причины вспышек новых звезд.

На третьем заседании обсуждались проблемы изучения неправильных, полуправильных и долгопериодических переменных звезд, характеризующихся различного рода особенностями в изменении блеска; они указывают на не вполне установившееся состояние этих светил. В большинстве случаев такие звезды относятся к гигантам поздних спектральных классов, часто связаны с О-ассоциациями¹; есть указания, что они часто встречаются в пространстве группами. Все это свидетельствует о молодости рассматриваемых объектов.

Особый интерес за последнее время вызывают некоторые типы звезд-карликов, у которых время от времени обнаруживаются яркие линии в спектре, а иногда и сильное непрерывное излучение. Изучение распределения энергии во время такой «вспышки» показывает, что это непрерывное излучение отличается от обычного непрерывного спектра холодных звезд-карликов более голубым цветом, т. е. как бы вызывается более горячими слоями звезды. Этим объектам был посвящен доклад академика В. А. Амбарцумяна. Сопоставление имеющихся в настоящее время данных наблюдений привело докладчика к выводу, что непрерывное излучение неустойчивых звезд-карликов имеет не совсем обычное происхождение. Если предполагать, что такие «вспышки» связаны с повышением температуры какой-либо части поверхностных слоев звезды вследствие притока тепла изнутри, то нельзя объяснить их удивительную кратковременность, которая подчас измеряется секундами. Разогревание наружных слоев изнутри должно было бы продолжаться гораздо дольше. В. А. Амбарцумян приходит к выводу, что непрерывное излучение возникает в сравнительно тонком слое атмосферы звезды. В то же время количество энергии, выделяемое в период «вспышки», настолько велико, что полная светимость звезды возрастает в несколько раз. Очевидно, что такое большое

¹ См. «Природа», 1952, № 9, стр. 8—18.

количество энергии не может возникнуть в наружных слоях звезды за счет перераспределения энергии внутри ее атмосферы. Приходится предположить, что в атмосферах этих неустойчивых звезд-карликов внезапно появляются какие-то дополнительные источники энергии — источники достаточно мощные, чтобы вызвать наблюдаемые изменения в спектрах. В докладе приводились интересные фактические данные и примеры появления непрерывного излучения у звезд типа *T* Тельца, *UV* Кита, кометообразных туманностей и других объектов.

Для объяснения всех этих явлений В. А. Амбарцумян выдвигает гипотезу о взрывообразном освобождении внутризвездной энергии непосредственно в звездных атмосферах в результате выноса во внешние слои звезд того вещества, которое является носителем этой энергии.

В настоящее время нет еще данных, которые позволили бы дать характеристику физических свойств такого вещества. Вероятно, прежде чем превратиться в лучистую энергию, испускаемую звездой, «внутризвездная» энергия проходит через какие-то промежуточные или переходные состояния. Процесс этот носит дискретный характер и, возможно, сопровождается процессами ядерного распада, влияющими на химический и изотопный состав звездных атмосфер. Этим, по мнению В. А. Амбарцумяна, можно было бы объяснить наличие технеция, лития и бериллия в атмосферах некоторых таких звезд. Причина появления этих элементов в звездах до сих пор не ясна, поскольку технеций радиоактивен и быстро распадается, а литий и бериллий должны были бы быстро исчерпаться в ядерных реакциях.

Доклад В. А. Амбарцумяна вызвал очень оживленное обсуждение, которое, в основном, сосредоточилось вокруг выдвинутой им гипотезы, объясняющей появление дополнительных источников энергии в атмосферах неправильных переменных звезд.

Отмечая чрезвычайно интересное сопоставление данных наблюдений, а также своевременность и важность поднятой в докладе проблемы, большинство выступавших все же склонялось к выводу, что нет пока оснований предполагать, что существует какой-либо особый неизвестный механизм освобождения внутризвездной энергии в атмосфе-

рах звезд для объяснения непрерывного излучения некоторых типов неправильных переменных звезд. Значительная часть этих процессов, так же как и наличие легких элементов и технеция в атмосферах Солнца и звезд, может быть объяснена исходя из существующих представлений о происхождении космических лучей, согласно которым звезды (в том числе и Солнце) являются источниками некоторой части первичной составляющей космического излучения.

На четвертом заседании Совещания обсуждались вопросы, связанные с природой правильных переменных звезд — цефеид (исследование различных зависимостей у этих звезд, современное состояние теории пульсаций переменных звезд и др.). С докладом на тему «Некоторые вопросы, относящиеся к проблеме подсистем пульсирующих звезд» выступила проф. В. Я. Ивановская (Польша). В докладе указывалось на важность исследования тонких спектроскопических эффектов для правильной классификации звезд, а также обращалось внимание исследователей переменных звезд на весьма интересную группу короткопериодических переменных с характеристикой «с». У двух звезд этой группы, исследованных докладчицей, обнаружено сильное расширение спектральных линий, которое, как оказалось впоследствии, вызывается двойственностью этих звезд.

С сообщением об изменении периода короткопериодических цефеид и космогонической роли этого изменения выступил доктор Детре (Венгрия). Сообщение это основывалось на работах, проведенных за последние годы на обсерватории в Будапеште.

Изучению неустойчивых звезд ранних спектральных типов и тесных двойных звезд было посвящено пятое заседание. Доклад о нестационарных горячих гигантских звездах и их связи с диффузной межзвездной средой сделал академик Г. А. Шайн. Докладчик подробно рассмотрел вопрос о том, можно ли считать, что диффузные газовые туманности возникают в результате корпускулярного излучения неустойчивых звезд-гигантов. Результаты новых работ академика Г. А. Шайна и его сотрудников приводят к выводу, что диффузное вещество, которое наблюдается в больших ярких, более компактных эмиссионных туманностях, не имеет отношения, за небольшим исключением, к возможным процессам корпуску-

лярного выброса частиц из горячих звезд.

Горячие звезды, даже нестационарные звезды класса О, в том числе и наиболее массивные, а также подавляющее число известных отдельных звезд Вольф-Райе и групп этих звезд, не образуют вокруг себя эмиссионных туманностей.

На основе новых и более полных данных можно утверждать, что, хотя диффузное газовое вещество и горячие звезды генетически связаны в широком смысле этого слова, диффузная материя сохраняет свое самостоятельное значение.

Звездам Вольф-Райе, в частности вопросу об истечении вещества из них, были посвящены доклад проф. Б. А. Воронцова-Вельяминова и выступления И. Н. Минина (Ленинград), И. М. Гордона (Харьков). До последнего времени звезды Вольф-Райе считались наиболее неустойчивыми представителями горячих гигантских звезд. Повидимому, в свете новых данных вопрос этот нуждается в некотором пересмотре.

Было заслушано также выступление доктора С. З. Пиотровского (Польша) на тему об эволюции двойных систем.

На последнем — шестом — заседании рассматривались общие космогонические вопросы в проблеме нестационарных звезд. С докладом «О переменных звездах и возрастных характеристиках различных звездных систем и подсистем» выступил проф. Б. В. Кукаркин. Сопоставление особенностей различных звездных систем (например, диаграмм «звездная величина — цвет») с наличием в этих системах переменных звезд тех или иных типов и обнаружение тонких различий среди переменных звезд одного и того же типа дает новую возможность оценки возраста звездных систем. Имеются все основания предполагать, что процесс образования звезд продолжается как в плоских, так и в сферических составляющих нашей Галактики, как в спиральных галактиках, так и в эллиптических и в шаровых скоплениях.

Действительный член Академии наук Эстонской ССР проф. А. Я. Киппер (Тарту) в докладе «Нестационарные магнитно-гидродинамические процессы в звездах» теорети-

чески рассмотрел переменные магнитные поля, наблюдавшиеся у ряда звезд (так, например, поле звезды HD 125248 меняется с периодом 9,3 суток, причем меняется даже знак поля; переменные магнитные поля наблюдаются у целого ряда звезд с металлическими линиями в спектрах и т. д.). А. Я. Киппер пришел к выводу, что звезды эти представляют собой особый тип нестационарных звезд.

Проф. А. Б. Северный (Крымская астрофизическая обсерватория) рассказал о хромосферных вспышках на Солнце, как характерном нестационарном процессе. Как показывают наблюдения, увеличение яркости вспышки сопровождается увеличением ее объема, яркость в максимуме тем больше, чем больше скорость ее расширения, время жизни вспышки растет как квадрат размера вспышки. По мнению докладчика, существует связь между вспышками и ядерными процессами в атмосфере Солнца, аналогично явлениям в нестационарных звездах.

Проф. М. Н. Саха (Индия) рассказал о некоторых работах индийских астрономов.

Всего было заслушано 40 докладов и выступлений.

Важно отметить, что в настоящем совещании активное участие приняли ученые смежных специальностей (физики, механики), которые также выступили с рядом докладов: академик Л. И. Седов («Некоторые задачи о неустановившихся движениях газа применительно к теории звездных вспышек»), доктор физико-математических наук Д. А. Франк-Каменецкий (о теории пульсации переменных звезд), член-корреспондент Академии наук СССР В. Л. Гинзбург (о роли релятивистских электронов для объяснения некоторых явлений нестационарности) и др.

Большое внимание было уделено анализу астрономических наблюдений. Совещание вместе с тем показало, что наблюдения нестационарных объектов еще не достаточны.

Были отмечены основные желательные направления этих наблюдений.

В целом, совещание по вопросам нестационарных звезд явилось важным событием в нашей астрономической жизни и без сомнения будет содействовать дальнейшему развитию этой области знания.

ПРОДВИЖЕНИЕ КУКУРУЗЫ НА СЕВЕР

Профессор Н. А. Дроздов



Кукуруза является наиболее урожайной зерновой и силосной культурой во многих зонах СССР. Январский Пленум ЦК КПСС постановил резко расширить посевные площади кукурузы и довести их к 1960 г. не менее чем до 28 млн. га, т. е. увеличить посевы этой культуры в 8 раз по сравнению с 1953 г. Такое большое увеличение посевных площадей кукурузы вызывается тем, что она одновременно решает две задачи — пополнение ресурсов зерна и получение из ее стеблей ценного силоса. Расширение посевов кукурузы целесообразно производить за счет замены ею малоурожайных зерновых и кормовых культур, а также распахки малопродуктивных лугов и пастбищ. Всемерное увеличение производства кукурузы — надежный путь к созданию прочной кормовой базы для животноводства.

Кукуруза должна получить широкое распространение во всех районах, вплоть до самых северных областей страны. Очень хорошие результаты получены по кукурузе в 1954 г. в Белорусской ССР, где впервые эта кукуруза высевалась на большой площади (свыше 50 тыс. га). Многие колхозы Белорусской республики собрали по 600—800 ц зеленой массы с 1 га, а в колхозе им. В. М. Молотова, Глубокского района, Молодечненской области, урожайность зеленой массы достигла 900 ц на 1 га. Некоторые колхозы Белоруссии добились высокого уро-

жая зерна кукурузы. Так, например, колхоз им. В. В. Куйбышева, Глусского района, Минской области, собрал по 65 ц, колхоз «Ленинец», Копыльского района, той же области, — по 70 ц зерна кукурузы с 1 га. Хороших результатов достигли колхозы Калининской области.

Так, впервые посеянная кукуруза в колхозе им. Ильича, Бежецкого района, на площади 6,5 га дала средний урожай в 50 т на 1 га.

В Ленинградской области многие колхозы и совхозы в 1954 г. достигли очень высоких показателей в урожайности кукурузы. Колхоз им. К. Е. Ворошилова, Кингисеппского района, с площади посева кукурузы в 24 га получил средний урожай в 180 ц с 1 га, а с участка площадью в 6 га по 600 ц с 1 га. В колхозе «Смена», Киришского района, с площади посева кукурузы в 3,5 га получен средний урожай в 550 ц с 1 га.

В северо-восточных областях страны в прошлом году кукуруза также прекрасно удалась. В колхозе «Власть советов», Арбажского района, Кировской области, с 80 га собрали зеленой массы по 600 ц с 1 га, в колхозе им. Ильича, Бардымского района, Молотовской области, на 12 га также по 600 ц.

Труженикам сельского хозяйства нечерноземной полосы в текущем и следующих

годах предстоит засеять кукурузой для кормовых целей значительные площади и добиться получения высоких урожаев силосной массы и початков в молочной и восковой спелости. В результате выращивания обильного сочного корма будет создана прочная кормовая база для продуктивного животноводства.

Опыт передовиков молочного животноводства показывает, что для достижения высоких удоев молока необходимо заготавливать по 6 т сочных кормов на каждую корову. На полях Института зернового хозяйства нечерноземной полосы кукуруза оказалась самой урожайной силосной культурой, значительно превосходящей подсолнечник. Так, за последние 4 года был получен в среднем урожай силосной массы у кукурузы сорта «Лиминг Краснодарский» — 672,8 ц с 1 га, «Воронежская № 80» — 563,1 ц с 1 га. В тех же условиях был получен урожай силосного сорта подсолнечника «Анненковский гигант» — 554,0 ц, «Кормовой» Института кормов — 461,5 ц и «Саратовский № 169» — 391,5 ц с 1 га. Впервые посеянная в 1953 г. в колхозах Ленинградской области кукуруза «Партизанка» дала урожай силосной массы 50—70 т на 1 га. Кукуруза заслуженно признана лучшей по качественным показателям силосной культурой. Кормовые свойства силоса из кукурузы выше подсолнечного и очень мало уступают силосу из вико-овса и стеблей топиамбура; по содержанию каротина кукурузный силос наилучший. По кормовой ценности силос с 1 га кукурузы при урожайности в 500 ц соответствует 100 ц зерна свса.

Исследования Всесоюзного института кормления сельскохозяйственных животных показали, что силос из кукурузы с початками представляет собой исключительно ценный продукт, обладающий замечательными диетическими свойствами. При наличии початков силос из кукурузы почти не имеет запаха уксусной кислоты, которого животные не любят. В нем много ценнейшей для кормления животных молочной кислоты и высокопитательного крахмала.

Экспериментальное изучение и обобщение производственного опыта посевов кукурузы в северных районах — одна из важных в настоящее время задач мичуринской агробиологической науки.



Уборка кукурузы сорта «Ленинградка» в сентябре 1951 г.

Фото Н. Я. Зинченко

В СССР наиболее обширны посевы кукурузы в Грузинской и Молдавской ССР, Дагестанской, Кабардинской и Северо-Осетинской АССР, Закарпатской и Одесской областях УССР, а также в Краснодарском крае. В последние годы посевы кукурузы продвинулись в Белоруссию, Московскую, Тульскую, Ленинградскую и другие области.

В течение последних 10 лет кукуруза успешно выращивается на опытном поле Ленинградского сельскохозяйственного института (г. Пушкин), где ежегодно высеивается, давая средний урожай зеленой массы 300 ц с 1 га, в том числе початков в восковой спелости 70 ц; производится высеив скороспелого сорта «Ленинградка» семенами своего урожая в середине мая, а уборка урожая завершается в последних числах сентября.

В период 1946—1951 гг. работы по осеверению кукурузы проводились биологической станцией «Борок» Академии наук СССР на прибрежных землях Рыбинского водохранилища Вологодской и Ярославской областей. Здесь высевались скороспелые сорта кукурузы («Ленинградка», «Безенчукская 41», «Рисовая № 645»), которые давали урожай зерна в 15—30 ц с 1 га и силосной массы в 200—350 ц с 1 га. С 1950 г. широкие опыты по изучению кукурузы как силосной культуры проводит Институт зернового хозяйства нечерноземной полосы.

Начиная с 1950 г. кукуруза успешно и на больших площадях возделывается в колхо-



Кукуруза «Ленинградка» в августе 1953 г. на опытном поле Ленинградского сельскохозяйственного института

Фото Н. Зинченко

зах и совхозах Московской области. Особенно высоких показателей добился совхоз «Горки II», который в 1953 г. на 4 га посева кукурузы сорта «Партизанка», в зависимости от применяемой агротехники, получил от 75 до 80 т силосной массы с 1 га.

Высокие урожаи зеленой массы кукурузы за последние годы были получены и в нескольких хозяйствах Латвийской ССР. Так, на Петерниекской опытной станции, Елгавского района, на торфяных почвах в среднем за 4 года было получено 605 ц зеленой массы кукурузы с 1 га, в благоприятный год урожай достигал 990 ц. В колхозе им. Октябрьской революции, Дундагского района, бригадир Ниерлиньш получил в 1953 г. на площади в 2 га по 618 ц зеленой массы с 1 га.

В 1953 г. были впервые проведены опытно-производственные посевы кукурузы на силос на небольших площадях в трех колхозах

Ленинградской области: им. М. В. Ломоносова, Ломоносовского района, им. И. В. Сталина, Гатчинского района, и «Воля пахаря», Красносельского района. Высевался сорт «Партизанка». В результате применения квадратно-гнездового посева, органических и минеральных удобрений и механизированного ухода, во всех трех колхозах кукуруза достигла урожайности в 50—70 т силосной массы на 1 га в фазе начала початкообразования, при высоте растений в 2,5—3 м.

Специалисты сельского хозяйства, колхозники и рабочие совхозов и МТС на основании удачных производственных опытных посевов кукурузы убедились в том, что и в северо-западной зоне СССР при выращивании высокорослых сортов квадратно-гнездовым способом, применении комплекса органических и минеральных удобрений кукуруза обеспечивает животноводство прекрасной силосной массой в количестве 50—70 т на 1 га.

Ботаническая характеристика кукурузы. Кукуруза относится к семейству злаковых; это однолетнее перекрестно-опыляющееся растение. Стебель ее высокий, прямой, облиственный, высотой от 1 до 5 м. Соцветия кукурузы раздельнополые, притом мужские расположены на верхушках стеблей в виде метелок, женские в виде початков помещаются в основании нижних листьев. Опыление женских цветков пылью происходит при посредстве ветра, причем пыльца может быть перенесена ветром на расстояние до 500 м. В момент цветения из оберточных листьев от каждого цветка початка появляется столбик с перистым рыльцем на конце; с момента появления первого столбика и до появления последнего проходит от двух до четырех дней. Первыми появляются столбики самых нижних цветков, последними — верхних цветков початка. Перистые рыльца, находящиеся на концах столбиков, покрыты волосками и липким веществом, которое задерживает пыльцу. При благоприятной погоде оплодотворение семян происходит сразу после выхода столбиков из оберточных листьев, а при задержке опыления — в течение 10—14 дней после появления их. Пыльца, попадая на рыльце пестика, прорастает в пыльцевую трубку, которая проходит через весь столбик к семяпочке и оплодотворяет ее. Процесс оплодотворения (с момента попадания пыльцы на рыльце) заканчивается в течение одних суток. После опло-

дотворения самяпочки столбик теряет окраску и через 2—3 суток засыхает. Длина столбиков достигает 25 см.

По строению и форме зерна различают пять групп кукурузы: кремнистую, зубовидную, лопающуюся, сахарную и крахмалистую.

Кремнистая группа отличается округлым зерном с роговидным наружным слоем и мучнистой внутренней частью. К этой группе относится много сортов, среди которых наиболее скороспелые «Ленинградка» и «Чишминка № 1».

Зубовидная группа характеризуется вдавленной, часто морщинистой верхушкой зерна, по виду напоминающего конский зуб; боковые стенки покрыты твердым роговидным слоем. Сорта зубовидной группы обычно более высокорослые, позднеспелые и менее кустистые. Сорта этой группы, как правило, дают наибольший урожай зеленой массы; для силосования можно рекомендовать сорта «Партизанка», «Днепропетровская», «Гибрид ВИР 42», «Краснодарская 1/49».

У лопающейся группы мелкие, роговидные, очень твердые зерна, чаще с клювовидно-заостренной вершиной; сорта этой группы идут на изготовление маисовой крупы, стебли — на выпас. Свое название эта группа получила от способности зерна лопаться и увеличиваться в объеме при быстром нагревании на горячей сковороде. Растения этой группы сильно кустисты, хорошо облиствлены, дают нежную и большую зеленую массу. Скороспелый сорт «Рисовая № 645», Синельниковской станции, Днепропетровской области, в более теплые годы созревает под Ленинградом и в Ярославской области.

Зрелые зерна **сахарной группы** напоминают янтарь различной окраски. По своему химическому составу эти зерна отличаются повышенным содержанием растворимых углеводов (декстрина, глюкозы), жира и белка. Початки сахарной кукурузы в позднемолочной спелости идут в пищу в свежем и консервированном виде. Консервы из сахарной кукурузы вырабатываются в СССР несколькими консервными комбинатами. Сорта этой группы имеют повышенную кустистость, из них позднеспелые очень высокорослы и дают большой урожай силосной массы.

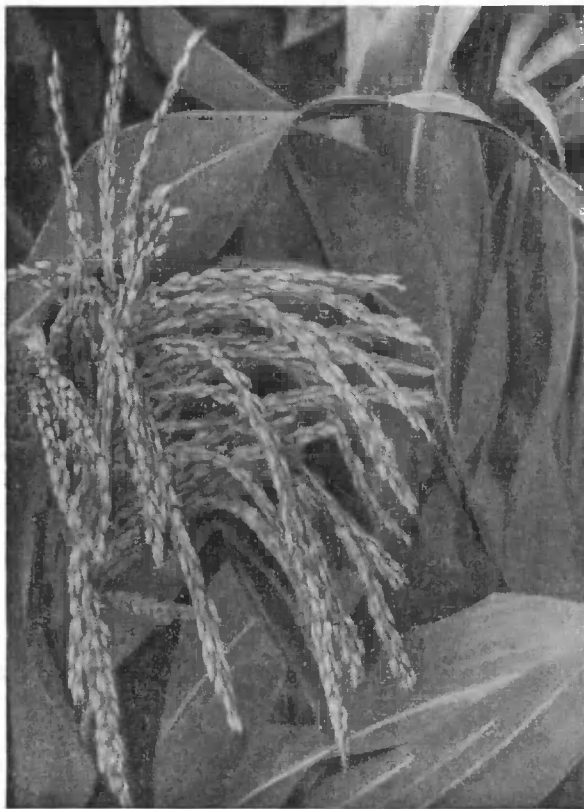
Крахмалистая группа имеет



Кукуруза «Партизанка» в колхозе им. М. В. Ломоносова, Ленинградской области. Август 1953 г.
Фото Н. Карасева

круглое, крупное и мягкое зерно без роговидного слоя. Эта группа сравнительно мало распространена в посевах СССР и не имеет перспектив для возделывания на силос.

Сорта кукурузы. К высокоурожайным по силосной массе сортам кукурузы относятся: «Партизанка» — белозерный, белостержневой, среднеспелый, очень высокорослый сорт, выведенный колхозником М. Е. Озерным в колхозе «Червоный партизан», Днепропетровской области. Этот сорт создан в результате межсортового свободного переопыления сортов «Стерлинг» и «Харьковская белая зубовидная», с последующим массовым отбором. В совхозе «Горки II», Московской области, при выращивании рассады в торфоперегнойных горшочках, сорт «Партизанка» дал в 1953 г. урожай силосной массы в 80 т с 1 га, при высоте стеблей в 3,5—4 м в фазе молочной спелости зерна.



Метелка кукурузы сорта «Партизанка» в августе 1953 г.

Фото Н. Карасева

В трех колхозах Ленинградской области при посеве семенами в грунт этот сорт в 1953 г. достиг фазы цветения, высоты 2,5—3 м, урожайности силосной массы в 50—70 т с 1 га.

«Днепропетровская» — зубовидная кукуруза, с желтым зерном и красным стержнем початка. Зерно ее зубовидной формы, с гладкой ямочкой на вершине. Вес 1000 зерен равняется 270—275 г. Растения высокорослые, высокоурожайные по силосной массе. Vegetационный период их продолжительный, в условиях Ленинградской области в благоприятные годы, при посеве семенами в грунт, растения успевают достигнуть к моменту уборки ранней молочной спелости. В колхозах и совхозах Ленинградской области посевы кукурузы на силос в 1954 г. производились в основном семенами этого сорта.

«Харьковская белая зубовидная» — белозерный, белостержневой, среднеспелый и сравнительно высокорослый сорт, выведенный Харьковской селекционной станцией. Распространен он в Харьковской, Сумской, Николаевской и других областях УССР.

«Гибрид ВИР 42» — желтозерный, высокобелковый, среднеспелый. Он устойчив к полеганию и болезням зерна, высокоурожаен; распространен в северо-восточных районах Краснодарского края. Селекционно-семеноводческая работа с этим сортом ведется в Кубанском отделении Всесоюзного института растениеводства. В 1954 г. этот сорт высевался на силос в нескольких совхозах молочноотреста Ленинградской области.

«Краснодарская 1/49» — сорт, выведенный Краснодарской государственной селекционной станцией. Получается путем выращивания семян четырех специально подобранных высокоурожайных межлинейных гибридов без применения искусственной гибридизации. Выращивание гибридных семян кукурузы указанным приемом позволит легче и быстрее внедрить их в производство и экономить значительные затраты труда при выращивании гибридных семян. Вторым очень ценным свойством нового гибридного сорта является то, что он не снижает урожайности в течение трех-четырех поколений. Высокоурожаен по силосной массе.

Для получения более концентрированного силоса со значительным содержанием в нем зерна в фазе восковой и позднемолочной спелости, для свино-товарных ферм предлагается испытать, наряду с позднеспелыми, высокорослыми, также и скороспелые, сильно кустистые, низкорослые сорта кукурузы. Из таких сортов можно назвать «Ленинградку», «Чипминку» и «Воронежскую 76» кремнистой группы.

«Ленинградка» — желтозерный, белостержневой, очень скороспелый, низкорослый, сильно кустистый сорт Ленинградского сельскохозяйственного института. Продолжительность вегетационного периода этого сорта в Ленинградской области 120 дней, а в Кировской — 90 дней. Высота растений немного более 1 м, урожайность зеленой массы около 300 ц, в том числе 70 ц с 1 га початков в восковой и позднемолочной спелости. Сорт создан в результате переопыления нескольких скороспелых сибирских сортов, с применением последующего отбора

по скороспелости. Выведение сорта «Ленинградка» было начато в 1942 г. в Павловском районе, Алтайского края, и с 1944 г. по настоящее время продолжается в ленинградских условиях. «Ленинградка» получила небольшое распространение под Ленинградом и Кировом, а также в некоторых районах Ярославской и Вологодской областей.

Семена этого очень скороспелого сорта будут использованы для скрещивания с другими, более урожайными, но недостаточно скороспелыми сортами.

«Чишминская № 1» — желтозерная, белочи красностержневая, очень скороспелая и низкорослая кукуруза Башкирской селекционной станции. Выведена она методом массового отбора из местной, Ирбитской кукурузы Свердловской области. По продолжительности вегетационного периода и по урожайности она близка к сорту «Ленинградка», но поспевает позднее нее на 2 дня; в условиях пригородной Ленинградской зоны доходит до восковой спелости. «Чишминская № 1» имеет небольшое распространение в Башкирской АССР.

Биологические особенности. Кукуруза — теплолюбивая культура. Для прорастания ее семян нужна положительная температура не менее 9—10°; однако и при 9—10° прорастание семян кукурузы происходит медленно и недружно. Нашими исследованиями, проведенными в московской лаборатории Института холодильной промышленности в 1936 г., установлено, что при температуре в 10° всходы кукурузы различных сортов появляются только на тринадцатый день после посева. При этой температуре прорастание происходит в три раза медленнее, чем при температуре в 15°; такие же наблюдения имеются и в полевых посевах. Всходы кукурузы выдерживают небольшие заморозки (до —1°); более низкие температуры убивают надземную часть всходов, но после потепления кукуруза снова отрастает. В прохладную погоду, при температурах в 4—8°, всходы кукурузы желтеют, блекнут, рост и развитие их задерживаются.

В первую половину вегетации кукуруза более устойчива к засухе, но зато требовательна к влаге в период цветения.

Кукуруза плохо развивается на кислых почвах. В опытных посевах Ленинградского отделения Всесоюзного института удобрений, агрохимии и агропочвоведения на под-

золистой, легко суглинистой, сильно кислой почве без известкования и по извести были получены следующие результаты:

Сорт кукурузы	Длина стебля (в см)		Сырая масса (в г)		Сухая масса (в г)	
	Без известкования	При внесении извести	Без известкования	При внесении извести	Без известкования	При внесении извести
«Ленинградка»	59,2	108,5	66,0	253,0	14,0	75,0
«Харьковская белая зубовидная» . .	98,2	108,5	146,0	286,5	33,0	71,5
«Воровская 76»	60,2	84,5	151,5	280,0	33,0	83,0

В полевых опытах Турской опытной станции (БССР) на подзолистом супесчаном почве без известкования действие извести, внесенной в количестве 4,4 т на 1 га в предыдущий год. Без удобрения был получен урожай зеленой массы в 172,0 ц с 1 га, а с внесением извести — 209,1 ц/га, т. е. произошло увеличение урожая на 37,1 ц, или на 22%. В тех же условиях при полном минеральном удобрении урожай был получен в 242,2 ц с 1 га, а после известкования — 329,1 ц. Таким образом, известкование повысило урожай на 87 ц, или на 36%. Следовательно, на сильно кислой почве урожай массы кукурузы значительно снижается по сравнению с известкованной почвой. Почвы со слабой кислотностью вполне пригодны для посева кукурузы даже без известкования.

Кукуруза плохо переносит избыточное увлажнение почвы. В этих условиях создается плохой водновоздушный режим, что отрицательно сказывается на росте кукурузы. Поэтому не следует сеять кукурузу на низких, избыточно увлажненных участках с подзолистоглеевыми почвами, без предварительной коренной мелиорации их.

Массовое продвижение кукурузы в центральные, северо-западные и северо-восточные районы нечерноземной полосы началось в самые последние годы. В эту важную для народного хозяйства работу уже включились многие специалисты сельского хозяйства, трудящиеся колхозов и совхозов.

ОЗЕРНЫЕ БАССЕЙНЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО АЗИИ И ИХ ФАУНА

ИЗ РАБОТ БАЙКАЛЬСКОЙ ЛИМНОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

Г. Г. Мартинсон

Озеро Байкал отличается от остальных пресноводных водоемов земного шара колоссальной глубиной и исключительной древностью. Как известно, это самый глубокий пресноводный водоем в мире. Изучение Байкала представляет большой научный и практический интерес.

Уже в течение многих лет Лимнологическая станция Академии наук СССР ведет комплексное исследование этого уникального озера. Работы не ограничиваются изучением современных процессов, протекающих в Байкале, изучением современной фауны и флоры; выясняется древняя история озера, происхождение его своеобразного органического мира. Эти вопросы решаются геологическими и палеонтологическими методами работ. В процессе исследования было установлено, что решить вопрос происхождения фауны и флоры Байкала путем изучения их истории лишь в пределах одной котловины озера невозможно. Необходимо было провести широкие экспедиционные работы далеко за пределами Байкала, изучая всю ископаемую пресноводную фауну и флору Азии в целом, не ограничиваясь изучением лишь молодых осадочных толщ и их фауны, но углубляясь в более древнее геологическое прошлое. В связи с этим был обработан большой палеонтологический материал из самых различных точек всего Азиатского континента, собранный не только экспедициями станции, но и Монгольской палеонтологической экспедицией Академии наук СССР и целым рядом геологических учреждений. Это позволило не только сделать выводы о развитии древних озерных бассейнов Азии и их фауны, но и решить важнейшие вопросы биостратиграфии и географии прошлого.

Поверхность земного шара изобилует озерами самого разнообразного типа: мелкие озера Прикаспийской низменности и Западно-Сибирской равнины, крупные водные

бассейны, как, например, Ладожское и Телеецкое озера, Иссык-Куль и Балхаш, всем хорошо известные озера-гиганты Байкал, Арал и Каспий. Но было бы большой ошибкой думать, что такое разнообразие озер характерно лишь для настоящего времени. Можно с уверенностью сказать, что в течение мезозойского и кайнозойского времени были периоды, когда озерные бассейны покрывали огромные территории Восточной и Западной Сибири, Средней Азии, Монголии и Китая. Обширные озерные системы, реки и болота древнего прошлого оставили мощные толщи континентальных отложений в различных частях земного шара (рис. 1 и 2). В этих озерно-речных и болотных отложениях сохранились окаменелые остатки различных животных и растений: многочисленные раковины пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков, створки листоногих раков и ракушковых рачков, отпечатки насекомых, скелеты пресноводных рыб и гигантских земноводных ящеров, отпечатки листьев папоротников, хвощей, а также другой водной и прибрежной растительности. В тонкозернистых породах найдены микроскопические створки диатомовых водорослей, споры и пыльца растений. Все это — остатки ранее существовавшей обильной жизни в водных бассейнах и прибрежных их участках.

На протяжении длительного времени в различных частях земной поверхности характер водных бассейнов неоднократно менялся, а это, естественно, не могло не сказаться на заселявших их организмах. Неразрывно связанные с окружающей средой, фауна и флора эволюционировали, приспособляясь к новым условиям обитания; одни животные погибали, другие усиленно развивались, давали новые разновидности, виды и даже роды. В различные геологические периоды в озерных бассейнах должны были появляться все новые и новые животные и растительные сообщества, новые биотены.

Исследовательские работы советских палеонтологов и геологов по изучению континентальных толщ и их фауны, проводимые на территории огромного Азиатского континента, позволили решить некоторые вопросы эволюционной палеонтологии, биостратиграфии и географии прошлого. Удалось установить пригодность пресноводной фауны для расчленения континентальных осадочных толщ на стратиграфические горизонты, что чрезвычайно важно для геологов. Мощные континентальные отложения Азиатского континента, содержащие горючие ископаемые и россыпные месторождения, далеко не всегда расчленялись на основании литологических и структурных данных.

Что же представляли собою древние озерные системы Азии и какие организмы в них обитали?

В юрское время на обширных пространствах Средней Азии, Западной и Восточной Сибири, а также Монголии существовали многочисленные озерные системы, связанные между собою реками и протоками. Это были мелководные, заросшие водной и прибрежной растительностью водоемы, переходящие местами в обширные болота.

По протокам, соединявшим водные системы между собою, населявшая их фауна постепенно распространялась по огромной территории Азии. Так, например, характерные для среднеюрского времени двустворчатые моллюски рода *Ferganocochia* (см. вклейка, 1) обитали в озерах Ферганы, Западной Сибири, на Енисее, в озерах Иркутского амфитеатра, проникали в Западное Забайкалье, в Вилюйскую впадину, в Восточное Забайкалье, юго-восточную Якутию и Монголию.

Животный мир в юрских озерах был весьма однообразным и малочисленным. В отложениях нижней юры (верхний лейас) Восточной Сибири встречаются отпечатки насекомых — личинок подёнок, стрекоз, комаров и жуков, крыльев бабочек и стрекоз, обитавших на берегах заболоченных озёр. В более молодых юрских отложениях (доггер) появляются вышеупомянутые двустворчатые моллюски рода *Ferganocochia* и листоногие раки (филлоподы), обитавшие в прибрежных зарослях.

Пышная растительность юрских озёр, дельт и болот послужила материалом к образованию угленосных толщ (см. вклейка, 2); возникали бурые и каменные угли юрского возраста.



Рис. 1. Озерные отложения нижнемелового времени в районе Гусиного озера. Западное Забайкалье

Постепенно юрские озерные системы изменялись: местами они зарастали, превращаясь в обширные болота, местами же, в результате процессов поднятия и опускания участков земной коры, возникали новые водоемы.

С наступлением нижнемелового периода чрезвычайно интенсивно развиваются большие озерные системы. Особенно крупные водоемы возникли на территории Северного и Западного Китая и Монголии; они проникли в межгорные впадины Восточного и Западного Забайкалья. Большие пространства европейского и североамериканского континентов также были покрыты нижнемеловыми озерными бассейнами.

В отличие от юрских, озерные системы этого времени были несколько более глубоководными водоемами открытого типа; они менее подвергались процессу заболачивания, но зато отличались богатством животного мира. В нижнемеловых озерах шло накопление тонких органических илов сапропелитового типа, давших так называемые «бумажные» горючие сланцы.

Озерные бассейны нижнемелового времени, достигшие особенно крупных размеров в Монголии, тянулись непрерывной полосой на север, то сужаясь, то расширяясь в межгорных долинах. Одна из таких озерных систем шла из района Северо-Западной Монголии через Гусино-Удинскую впадину в район нынешних Еравнинских озёр, до верховьев современного Витима. Другая озерная сеть проходила через Тугтуйскую и Тарбагатайскую впадины Западного Забай-

калья в Кижингинскую и дальше, в тот же район древнего Витимского многоозерья.

В Восточном Забайкалье такие же озерные системы тянулись из Монголии через широкие впадины Урулюнгуйскую, Борзенскую и Тургинскую в сторону рек Ингоды, Куэнги и Шилки. Характерно, что животное население всех этих водоемов, как Монголии и Китая, так и Забайкалья, было более или менее однотипно и значительно отличалось от фауны юрского времени. В нижнемеловых озерах особенно большое развитие получили мелкие двустворчатые моллюски, крупные удлинённые униониды, мелкие брюхоногие моллюски; в большом количестве обитали листоногие раки (филлоподы) и ракушковые рачки (остракоды), мелкие пресноводные рыбки и более крупные ганоидные рыбы. В прибрежной зоне существовали самые разнообразные насекомые. Над озерами летали крупные стрекозы, подёнки и ручейники; в заиленных участках заливов ползали их личинки. В береговых отложениях озер верхнеюрско-нижнемелового времени обнаружены кости или даже целые скелеты мелких хищных динозавров.

Аналогичная фауна найдена и в Чулымо-Енисейском бассейне, на территории Западно-Сибирской низменности; замечается лишь известное различие в ее видовом составе. Характерно, что в аналогичный фаунистический комплекс Европы еще входят единичные представители морских или солоноватоводных форм. Так, например, среди многочисленных цирен, унио, вивипарид и вальват в Северной Германии, Франции и Шотландии присутствуют отдельные солоноватоводные устрицы и корбулы. Проследивая эти нижнемеловые континентальные отложения на северо-восток, мы убеждаемся в том, что солоноватоводная фауна в дальнейшем полностью исчезает. Как в Западной и Восточной Сибири, так и в Монголии ископаемые животные того времени сохраняют чисто пресноводный характер.

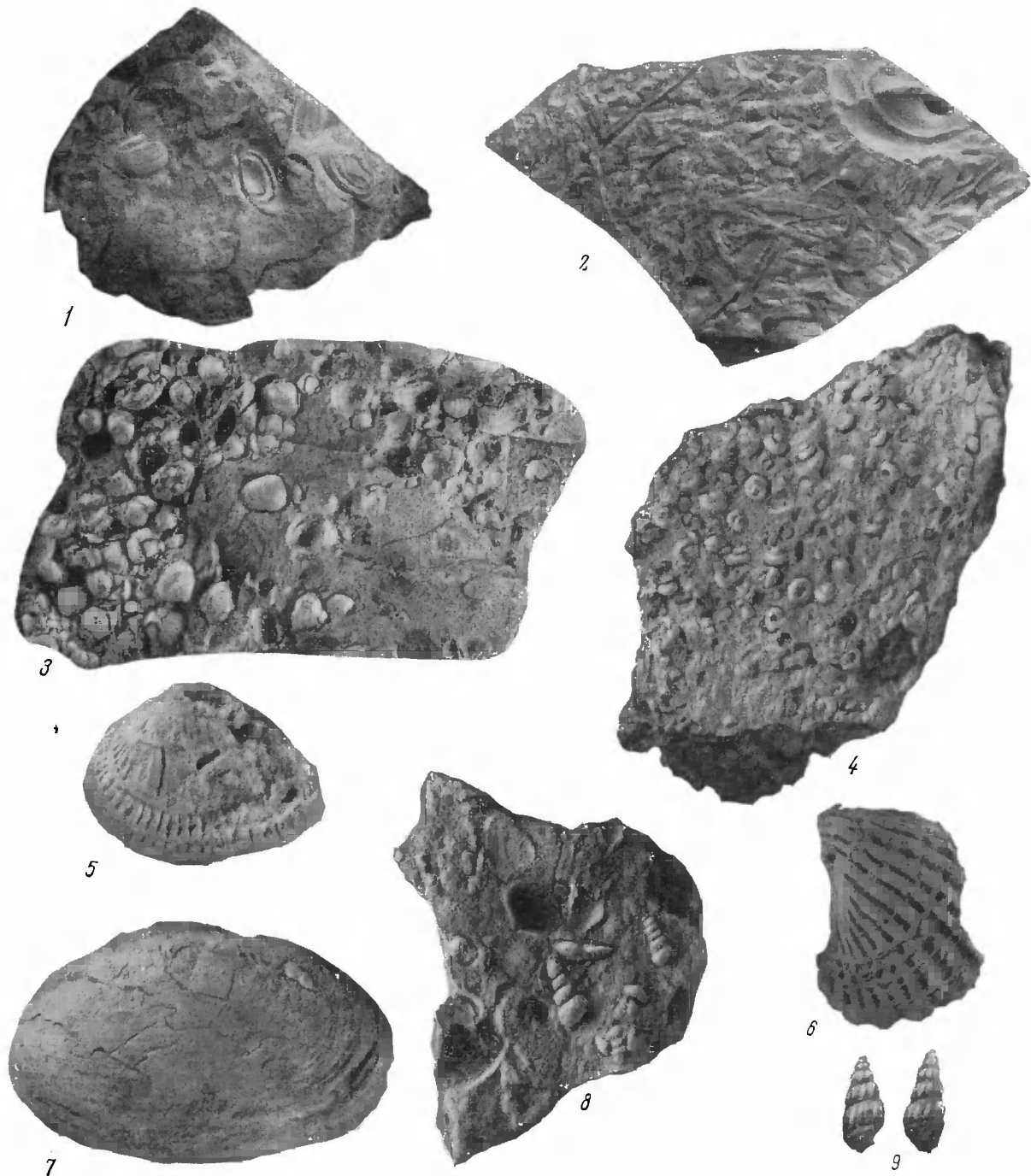
В прибрежных участках этих озер происходило накопление огромного количества раковин моллюсков, образовавших в некоторых впадинах Забайкалья и Монголии сплошные ракушники (см. вклейка, 3 и 4). Накопление большого количества ракушковых рачков (остракод) приводило к образованию в районах Турги, Унды, Арбагара и Витима (в Забайкалье) остракодовых слан-

цев довольно большой мощности. В это время возвышенности и горные склоны покрывала хвойно-гинкговая тайга, тогда как в пониженных частях рельефа, в прибрежно-озерных и дельтовых участках преобладали влаголюбивые папоротники и таксодиевые. Накопление растительного материала в нижнемеловое время также приводило к углеобразованию, но охватывало значительно меньшие площади, чем в юрское время.

Верхнемеловые континентальные отложения, свидетельствующие о существовании озерного и речного режима, развиты преимущественно в Монголии, в северо-западных районах Китая, Средней Азии и на Дальнем Востоке. Районы Сибири в это время представляли собою, повидимому, области размыва: осадочные толщи и животные остатки данного возраста не обнаружены.

Огромная территория всего Забайкалья и примыкающих районов северо-западной Монголии в верхнемеловое время была, повидимому, значительно приподнята, и продукты их разрушения сносились в Центральноазиатские бассейны.

Верхнемеловые отложения Центральной Азии, достигающие местами мощности свыше 1000 м, залегают, как правило, несогласно на нижнемеловых. Они представлены главным образом красноцветными и пестроцветными песчаниками, аргиллитами и серыми известняками, в которых обнаружено массовое захоронение гигантских позвоночных животных, преимущественно земноводных. Беспозвоночные этого времени представлены сравнительно крупными пластинчатожаберными и брюхоногими моллюсками, сильно отличавшимися от мелких и невзрачных моллюсков нижнего мела. Значительно реже встречаются листоногие раки и ракушковые рачки. Обнаруженная в крупнозернистом песчанике Ширегин-Гашунской впадины и в районе Цаган-Улы (в Восточной Гоби) верхнемеловая фауна чрезвычайно своеобразна: здесь встречаются представители не только новых видов, но даже и новых родов. В самых нижних горизонтах верхнего мела Монголии найдены крупные ребристые пластинчатожаберные новых родов *Protounio* и *Sainschandia* (см. вклейка, 5 и 6). Эти моллюски напоминают морские ребристые формы, они как бы промежуточны между солоноватоводными и пресноводными животными. За последнее время удалось устано-



Ископаемые озерных бассейнов Азии. 1. Юрские озерные моллюски рода *Ferganoconcha*, найденные в районе Енисея. 2. Скопление водной растительности на дне юрского озера в районе Букачя, в Восточном Забайкалье. 3. Скопление раковин нижнемеловых *Cyrena* в озерных отложениях Монголии. 4. Брюхоногие моллюски вальваты в нижнемеловых отложениях Кижингинской впадины, в Западном Забайкалье. 5. Своеобразный моллюск *Protounio* из верхнемелового Гобийского бассейна (Монголия). 6. Представитель нового рода *Sainschandia* из верхнемелового Гобийского бассейна. 7. Гладкая *Protounio* из верхнемеловых отложений Алтан-Ула, в Монголии. 8. Предки современных байкальских моллюсков из верхнемеловых озерных отложений Монголии. 9. Среднетретичные моллюски рода *Baicalia* из озерных отложений Сивдзяна

вить, что аналогичные формы встречаются в верхнемеловых отложениях кузасской свиты Бурбашского разреза Ферганы и в Атабайском районе юго-западного склона хребта Кара-Тау. На востоке эта фауна тянется через Маньчжурию в меловой Цусимский бассейн, где она была обнаружена японскими геологами Кобаяши и Сузуки в южной Корее и на Японских островах.

Эти своеобразные ребристые моллюски указывают на существование целой системы огромных водных бассейнов, протягивавшихся от Тихого океана через Маньчжурию в Пригобьинскую часть Монголии и далее в Среднюю Азию (Фергану, Кара-Тау). Указанные животные, несомненно, не были обитателями мелких заиленных озер, а существовали на участках открытой прибрежной полосы обширных водоемов, связанных, в свою очередь, с опресненными лагунами древних восточных морей. Толстоственность раковин, их ребристость, сильное развитие мускулатуры, о которой можно судить по сохранившимся мускульным отпечаткам, говорят о том, что эти формы обитали на сравнительно небольших глубинах большого водного бассейна.

И. А. Ефремов¹ высказал предположение, что осадочные толщи Монголии с огромным количеством костного материала и раковинами моллюсков могли образоваться только в условиях большого количества воды в больших озеровидных бассейнах.

Любопытно, что и позвоночные животные, собранные Монгольской палеонтологической экспедицией Академии наук СССР и представленные множеством водных черепах (триониксами), крокодилами (паралигаторидами) и динозаврами (анкилозаврами), также указывают на существование огромных водных бассейнов с обширными песчаными пляжами. В эти бассейны впадали мощные речные потоки, образовавшие широкие дельтовые участки. Некоторые прибрежные участки этих бассейнов были покрыты зарослями пышной растительности; здесь обитал уникальный черепахообразный ящер, названный Е. А. Малеевым теризинозавром².

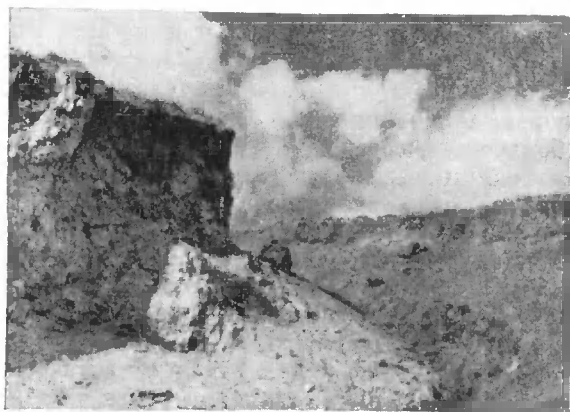


Рис. 2. Нижнемеловые озерные отложения в Зюльзинской впадине. Восточное Забайкалье

Эта фауна характерна для самого начала верхнего мела (сеномана).

В дальнейшем, в конце сеномана и начале турона в Центральной Азии наступает период распада этих бассейнов. Образуются более разрозненные и менее обширные озера. Крупные двустворчатые моллюски меняют свой облик, теряют ребристость, от которой сохраняется лишь зубчатая бахрома на нижнем краю створок. Эти видоизмененные формы, названные нами *Protounio lacustris* (см. вклейка, 7) и *Protounio pseudoanodonta*, найденные в районах Нэмэгэту и Алтан-Улы, становятся более тонкостенными и приближаются как по внешнему облику, так и по зубному аппарату к обычным пресноводным унионидам.

Наряду с новыми видами гладких протоунионид, в этих же водоемах обитали крупные брюхоногие моллюски (физиды и гидробииды) и более мелкие башенковидные формы, бывшие, предположительно, предками байкальских гастропод, семейства *Baicaliidae* (см. вклейка, 8). Между этими озерными бассейнами увеличивается площадь суши, на которой происходило интенсивное развитие сухопутных черепах.

Начало третичного (кайнозойского) времени характеризуется развитием озерных систем в северо-западных районах Китая и Монголии, в Средней Азии и Прибайкалье. Это были озера различного типа — небольшие мелкие водоемы и более обширные, сравнительно глубоководные. В мелководных

¹ См. Труды Монгольской комиссии, 1949, вып. 38, стр. 5—28.

² См. «Природа», 1954, № 3, стр. 106—108.

озерах обитал древнепресноводный элемент. Из моллюсков встречались плянорбисы, лимнеи, вальваты, вивипарусы и униониды. Эта фауна, получившая начало в верхнеюрско-нижнемеловых водоемах, населяла большинство озер земного шара того времени, доходя до самых отдаленных участков. В более крупных пресноводных бассейнах верхнемелового периода появилось новое население, вышедшее из огромных полузамкнутых водоемов Центральной Азии. Эта фауна еще не успела завоевать все озерные пространства древних континентов: она могла процветать лишь в более открытых участках крупных водоемов, сохраняя черты эндемизма. Понятно поэтому, что в третичных крупных озерных бассейнах Синцзяна, Прибайкалья и других районов Азии установлено известное разграничение между животными, населявшими более крупные открытые бассейны, и животными заливов и мелких озер. В открытых водах больших Азиатских озер обитало множество мелких брюхоногих моллюсков из семейства *Hydrobiidae* и *Baicaliidae* (см. вклейка, 9), тогда как в полузамкнутых, хорошо прогреваемых заливах пышный расцвет получили многочисленные крупные униониды, вивипариды и вальватиды.

Климат нижне- и среднетретичного времени на территории Центральной и Восточной Азии был весьма теплый и влажный. На берегах третичного Байкала, например, произрастали широколиственные породы (бук, граб, клен, пльм, липа), в районе современной дельты реки Селенги росли лотосы. В заливах этого древнего озера обитали огромные теплолюбивые двустворчатые моллюски; в большом количестве встречались крупные вивипариды.

Дальнейшая история этих водоемов протекала различно. Начиная с верхнетретичного времени (плиоцена), в Синцзяне и примыкающих районах Средней Азии началось высыхание крупных озерных бассейнов. Они распадаются на мелкие разрозненные, местами заболоченные водоемы, в которых

уже не встречается фауна открытых вод. В отложениях этих озер встречаются такие моллюски, как плянорбиды, лимнеиды, вальватиды, разнообразные битинии, а также униониды. К началу четвертичного времени и от этих озер мало что сохранилось; в четвертичных отложениях Синцзяна были обнаружены лишь раковинки наземных моллюсков и кости позвоночных животных.

Развитие Прибайкальских озер шло несколько иным путем. Наступившее в плиоцене похолодание отразилось на составе теплолюбивой фауны заливов и на их флоре. Широколиственные породы исчезают, так же как и крупные униониды и вивипариды. Четвертичное оледенение сказалось на развитии всех теплолюбивых форм губительно, фауна же открытых вод, более приспособленная к суровым условиям, опускалась на большие глубины Байкала и сохранилась в этом уникальном озере до настоящего времени. Несомненно, что на протяжении весьма длительного периода своего существования Байкал заселялся животными различного происхождения; проникали в него и представители древнего пресноводного элемента и молодые эмигранты четвертичного времени, но основной своеобразный состав фауны проник в третичный Байкал из верхнемеловых Гобийских бассейнов, сохранив в дальнейшем свой своеобразный, несколько морской облик.

Эта интересная фауна, развиваясь в древнем Байкале, дала в течение нескольких миллионов лет огромное число новых видов и вариететов, обитающих в настоящее время на различных глубинах уникального озера-гиганта. Дальнейшее исследование фауны континентальных толщ Азии, несомненно, даст много новых, интересных и неожиданных результатов, но уже то, что сделано сейчас советскими учеными, позволяет по-новому подойти к сложным вопросам стратиграфии континентальных отложений, палеогеографии и эволюционной палеонтологии.



ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ БОЛГАРСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Академик Г. Наджакоев



До освобождения Болгарии от фашизма и империалистического ига у нас был только один единственный физический институт при физико-математическом факультете Софийского университета. Девятое сентября 1944 г. открыло свободный путь для развития нашей науки, и в частности физики. Были созданы физические институты при Государственном политехническом институте в Софии, при Медицинской Академии им. Вилко Червенкова, при Болгарской Академии наук, при Медицинской Академии и Высшем экономическом институте в г. Пловдив, при Политехникуме в г. Сталин. Число научных работников-физиков возросло почти вчетверо.

Обогатилась и в несколько раз увеличилась и материальная база физических институтов. Из Советского Союза были доставлены аппаратура по спектроскопии, электронный микроскоп и другое многочисленное современное оборудование; большое число аппаратов доставлено из Германии.

За годы строительства новой демократической Болгарии напечатано более ста научных работ по физике из области фотоэлектричества, контактных потенциалов, роста кристаллов, технической физики, физики атмосферы, теплопроводности, электромагнитных волн. Шесть наших физиков удостоены Димитровской премии за достижения в научной деятельности.

Физический институт Болгарской Академии наук вырос в большое научно-исследовательское учреждение с шестью секциями и значительной материальной базой, позволяющей проводить серьезные исследования в ряде отделов физики.

При Физическом институте, в Университете и Политехникуме созданы хорошо оборудованные механические мастерские, а при некоторых физических институтах — мастерские по электротехнике, гальванотехнике, стеклодувные и столярные мастерские и пр.

Наша физика постепенно перестраивается на диалектико-материалистических основах. По примеру советской физики она все теснее связывается с производством. В этих условиях создан и вырос наш Физический институт, в работе которого принимают сейчас участие сотрудники не только Института, но и Университета и других научных учреждений.

Работы членов Института печатаются в «Докладах Болгарской Академии наук», в «Докладах Академии наук СССР», в «Известиях Французской Академии» и в других изданиях. Институт выпускает и сборники, содержащие материалы организуемых им каждый год научно-популярных сессий. Вышел том I (1954) Астрономического календаря.

В Физическом институте существует шесть секций, каждая из которых объединяет несколько лабораторий.

В секции общей физики работают следующие лаборатории:

Лаборатория фотоэлектрических явлений проводит исследования фотоэлектрического эффекта в изоляторах и полупроводниках, фотоэлектретов и внутреннего фотоэффекта в кристаллофосфорах. Разрабатываются также вопросы электрометрии и методики измерения контактных разностей потенциалов.

В лаборатории спектрального анализа осуществляют исследования преимущественно в области молекулярной спектроскопии при помощи спектров комбинационного рассеяния и разрабатываются методы применения спектрального анализа для исследования металлов и минералов.

Лаборатория электронной микроскопии сотрудничает с другими научными институтами — преимущественно биологическими — в связи с решением поставленных ими задач.

Секция общей физики разрабатывает также вопросы радиоактивности природных вод и физических свойств морской воды и воды озер. Группа внештатных сотрудников занимается проблемами прикладной геометрической оптики.

В настоящее время при секции организуется отдел атомной физики, который позднее будет обособлен в отдельную секцию. Предусматриваются три лаборатории: естественной радиоактивности вод, руд и минералов, и космических лучей.

В секции физической химии работают две лаборатории: роста кристаллов и фоточувствительных эмульсий.

Вместе с сотрудниками кафедры физической химии при Университете лаборатория роста кристаллов разрабатывает вопросы кристаллизации, электрокристаллизации и образования зародышей кристаллов. Лаборатория фоточувствительных эмульсий исследует свойства фотографических эмульсий и процессы их получения, а также технические вопросы производства.

В перспективе секция ставит перед собой задачу разработки проблем металловедения, кинетики и катализа и рентгеновского структурного анализа.

Институт объединяет еще секции прикладной физики, физики атмосферы и геофизики, теоретической физики и астрономии. Даже из одного перечисления видно, что наш

Институт представляет собой комплексное научно-исследовательское учреждение, объединяющее весьма разнородные секции. В будущем многим из них предстоит выделиться в самостоятельные институты.

Задача Физического института как центрального научного учреждения новой социалистической Академии наук — развитие соответствующих отраслей науки в связи с практикой и оказание помощи нашему социалистическому строительству. Эту помощь наши ученые уже оказывают при разрешении ряда научно-технических задач, поставленных различными отраслями производства.

Общая проблематика Института направлена к тому, чтобы охватить важные области физики, результаты исследования в которых будут иметь значение для прогресса науки и техники.

Первой областью практики, в которой Физический институт, в частности его секция физической химии, оказал ценную помощь нашему производству, является технология производства фоточувствительных эмульсий. Исследована чувствительность болгарской фотографической бумаги и устранены ее дефекты; разработаны рецепты для производства рентгеновской бумаги и пленки, которые внедрены в практику.

Лаборатория по спектроскопии оказала ценную помощь при оборудовании лабораторий спектрального анализа на ряде предприятий. Одновременно она подготовила и кадры для них. Разработаны и разрабатываются методы количественного анализа металлов, сплавов, руд и минералов.

Большое значение для нашего земледелия имеет вопрос точного измерения и регистрации изменений почвенной влаги. В Институте был сконструирован портативный и удобный для работы почвенный влагомер, который испытывают и используют в настоящее время в Добрудже. Ученые Института помогли устранить большие дефекты в производстве электрических осветительных ламп на электроламповом заводе. В настоящее время Институт продолжает сотрудничество с заводом, содействуя налаживанию производства люминесцентных ламп.

Секция прикладной физики Института поддерживает тесную связь с заводами высоковольтной аппаратуры и слаботочным, а также с другими предприятиями, помогая им постоянными консультациями. Для нужд

нашей промышленности секцией сконструированы некоторые аппараты, как, например, электронное реле для включения тока на определенное время, генератор с переменной частотой для плавного регулирования скорости электромоторов и пр. Исследованы электрические свойства болгарской слюды.

Физический институт через секцию общей физики оказывает помощь Институту гигиены, например в отношении методики измерения физических величин, имеющих значение для здравоохранения (пыль, ионы, солнечная радиация, освещение); оказано содействие Военному институту гигиены, Институту охраны труда и другим.

Для машиностроения разработан легко применимый на практике метод люминесцентной дефектоскопии. Разработаны оригинальные конструкции аппаратов, которые используются для научных исследований в Институте и вне его.

Физический институт Болгарской Академии наук поддерживает связь с другими физическими институтами и учеными смежных специальностей, которые принимают участие в коллоквиумах по физике. Особенно тесна связь Института с кафедрами экспериментальной физики, физической химии и астрономии в Университете. Поддерживается также тесная связь с кафедрами прикладной физики в Университете и физики в Машино-электротехническом институте. Секция физики атмосферы работает в контакте с гидрометеорологической службой.

Несмотря на удачные попытки связаться с практикой, постановка некоторых проблем все еще носит случайный характер. Разработка их еще не достаточно организована и является скорее плодом личной инициативы, нежели результатом плановой деятельности. У нас не ставятся и не разрабатываются некоторые вопросы, которые оказали бы большую помощь производству. Научные работники Института ясно сознают эти и другие недостатки и принимают серьезные меры к тому, чтобы их преодолеть.

Развитие Института приведет в ближайшие годы к разделению его на несколько отдельных институтов по различным областям физических наук, причем в первую очередь отделится институт физической химии затем прикладной физики и метеорологии с геофизикой. Астрономическая секция также выделится в отдельный институт; будет создана обсерватория.

В своей научно-исследовательской и организационной работе наш Институт учитывает богатый советский опыт. Заботами Партии и Правительства в нашей стране созданы самые благоприятные условия для всестороннего расцвета науки и культуры. В этих условиях коллектив сотрудников Физического института непрерывно стремится улучшить свою работу, теснее увязать свою научную деятельность с практикой. Нет сомнения, что фронт научно-исследовательских работ в области физики будет непрерывно расширяться.



ЯРКИЙ БОЛИД

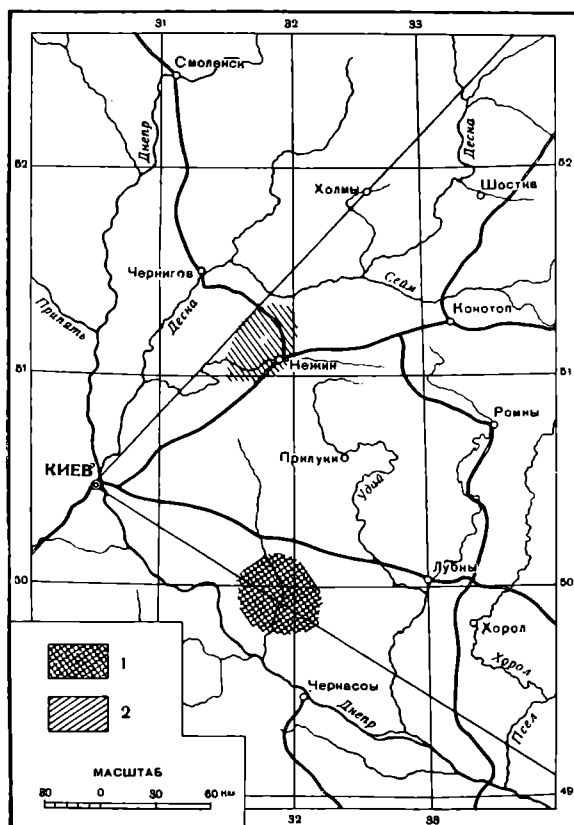
Вечером 30 июня 1954 г. на территории нескольких областей Украинской ССР наблюдался полет яркого болида, возможно окончившийся падением

метеорита на землю. Вот как описывают очевидцы наблюдавшееся ими явление.

Старший научный сотрудник Геофизического института Академии наук СССР Б. Ю. Левин, находившийся в г. Киеве, в 21 ч. 26 м. по московскому декретному времени заметил, как болид появился из-за кроны дерева, почти точно на востоке (в азимуте около 95° от точки севера), на высоте около 34° . Свой путь он пролетел приблизительно в течение 5 сек. и исчез около кроны другого дерева, в азимуте 42° , на высоте около 22° . Другие очевидцы, находившиеся поблизости, заметили болид несколько раньше, когда он появился приблизительно в азимуте 120° . Направления на точку появления и точку исчезновения болида по наблюдениям из Киева показаны прямыми на прилагаемой карте. Болид имел округлую голову и сужающийся хвост; диаметр головы составлял приблизительно $0,1^\circ$, а длина хвоста достигала $0,4-0,5^\circ$.

Поскольку в центре головы находилась чрезвычайно яркая точка, размер головы возможно преувеличен вследствие иррадиации. Хвост представлял собою быстро исчезающий свет. Поэтому нельзя быть уверенным, что его сужение к концу реально. Яркость болида определить очень трудно, так как на светлом сумеречном небе его не с чем было сравнивать. По весьма приближенной оценке Б. Ю. Левина, он был —15 звездной величины. Цвет был зеленый, возможно голубоватый и желтоватый в передней и боковых частях головы болида. По своему общему виду болид напоминал реактивный самолет, блестящий в лучах солнца, а по своей яркости и зеленому цвету был похож на ракету.

Старший преподаватель Сумского пединститута Ю. К. Гулак и ассистент кафедры физики А. Ф. Скоробогатко сообщают, что полет болида видели



Карта района наблюдения болида. 1 — предполагаемая область появления болида, 2 — предполагаемая область исчезновения болида

члены экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения в с. Михновцах, Полтавской области. По их определению, болид появился точно так же в 21 ч. 26 м., но в западной части неба, на зенитном расстоянии около 15° – 20° . Внешне он напоминал обычную ракету, но имел значительно большие размеры. Несмотря на то, что было еще достаточно светло, легко различался ослепительный бело-голубой цвет болида, который сохранялся во все время его полета. Лишь к моменту исчезновения болида его окраска быстро приняла зеленоватый, а затем красноватый оттенок. Исчез болид внезапно на высоте 25° – 30° и в азимуте около 350° . Видимая траектория болида была наклонена под углом около 80° – 85° по отношению к горизонту, а угловая длина ее достигала 60° – 70° . Болид пролетел в течение 2–3 сек.

Основываясь на показаниях очевидцев — жителей Лубенского района, Полтавской обл., Дубовязовского и Ямпольского районов, Сумской обл., — Гулак и Скоробогатко считают, что район возможного падения метеорита можно ограничить следующими координатами: $51^{\circ}10'$ — $51^{\circ}50'$ с. ш. и $32^{\circ}20'$ — $33^{\circ}15'$ в. д. Однако предварительный просмотр более чем 200 писем, поступивших из разных мест в Комитет по метеоритам Академии наук УССР, заставляет думать, что болид исчез несколько западнее (см. карту).

Житель с. Краснознаменки, Полтавской обл., В. П. Зеленцов описывает болид следующим образом.

Болид появился в 21 ч. 17 м. по московскому времени. Он пролетел почти горизонтально с юга на север в течение не более 2–3 сек. и скрылся за

тучей. Болид имел грушевидную форму (см. рис.), причем его поперечник составлял приблизительно $3/4$ поперечника диска полной луны.

Болид был окрашен в белый цвет, напомилавший пламя при электросварке; передний край его был красноватый. Дробления, искры и следа после исчезновения болида не наблюдалось. Не было слышно и звуков ни во время полета, ни после исчезновения болида. То же самое отмечают еще несколько наблюдателей, но есть и прямо противоположные утверждения. Так, например, Ю. К. Гулак и А. Ф. Скоробогатко пишут, что полет болида сопровождался нарастающим шипяще-потрескивающим звуком, слышимость которого прекратилась через одну-две секунды после исчезновения болида. Некоторые ученые считают наблюдения звуков во время полета болидов реальными, хотя не известна физическая причина, которая могла бы породить эти звуки¹. Другие считают их чисто психологическим эффектом — слуховым обманом.

Сведений о находке метеорита пока не поступало.



Болид.
По рисунку В. П. Зеленцова

¹ Не следует смешивать вопрос о звуках во время полета болида с несомненно реальными громкоподобными звуками, которые иногда бывают слышны после пролета болида. Поскольку расстояние до болида исчисляется десятками километров, звуковые волны достигают наблюдателя через несколько десятков секунд после исчезновения болида.

БОЛЬШОЙ РЕФЛЕКТОР КРЫМСКОЙ АСТРОФИЗИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

В 1952 г. начались спектрографические наблюдения звезд на самом большом телескопе Советского Союза — 1200-миллиметровом рефлекторе Крымской астрофизической обсерватории.

В этом телескопе принята оптическая система Кассегрена с тремя зеркалами: главным параболическим, вторичным гиперболическим и диагональным плоским. Введение двух дополнительных зеркал позволяет без увеличения размеров трубы телескопа, во-первых, увеличить фокусное расстояние инструмента, а следовательно, и масштаб

изображения в фокальной плоскости, и, во-вторых, вывести фокус инструмента в наиболее удобное для наблюдений место.

В данном случае второе (гиперболическое) зеркало почти втрое увеличивает фокусное расстояние телескопа, а плоское диагональное зеркало выводит пучок света за пределы тубуса, где удобнее крепить вспомогательные приборы: спектрографы, фотометры и т. д.

Главное параболическое зеркало рефлектора имеет диаметр 1200 мм, толщина зеркала около 200 мм.

Вторичное выпуклое гиперболическое зеркало имеет диаметр 380 мм. Плоское диагональное зеркало эллиптической формы имеет размеры 310×200 мм. Все три зеркала изготовлены из стекла. Главное зеркало рефлектора посеребрено, а вторичное и диагональное — алюминированы. Алюминирование поверхностей зеркал во всех отношениях выгоднее, чем серебрение, однако, к сожалению, главное зеркало приходится серебрить из-за отсутствия соответствующих размеров установки для его алюминирования.

Эквивалентное фокусное расстояние рефлектора в принятой системе Кассегрена равно 24 м. Следовательно, масштаб в эквивалентном фокусе $8''$,5 на 1 мм. При таком большом масштабе диаметр изображения Марса в противостоении будет около 3 мм, диаметр изображения Луны — около 200 мм.

Механика телескопа, позволяющая не только направить его трубу на любой объект неба, но и вести телескоп за суточным движением неба, осуществлена следующим образом. Полярная ось инструмента длиной около 6 м опирается в средней своей части на колонну посредством двух подшипников, в которых она вращается. Вторая ось, ось склонений, проходит через обойму в верхней части полярной оси и соединяется с трубой. Труба телескопа длиной около 7 м уравнивается на оси склонения двумя противовесами по 3 т каждый.

На полярной оси инструмент уравновешен 10-тонным противовесом, расположенным под полом башни. Ряд мелких противовесов на концах оси склонения и на верхнем и нижнем концах трубы служит для окончательной балансировки инструмента и для уравнивания его в случае замены вспомогательных приборов.

К трубе рефлектора, в нижней ее части, крепятся два спектрографа, которые служат для разложения света звезды в спектр и фотографирования полученного спектра на фотопластинку. Один из спектрографов легко снимается, и вместо него можно ставить кассетное устройство для

получения прямых фотографических снимков неба.

Плоское диагональное зеркало может поворачиваться вокруг оптической оси рефлектора и посылать свет звезды в один или в другой спектрограф.

С правой стороны трубы (если смотреть с северной) находятся скрепленные с нею две вспомогательные зрительные трубы: искатель и гид, используемые для наведения телескопа на звезду. Искатель и гид установлены так, что если звезда находится в центре поля зрения искателя, то она видна и в центре поля зрения гида и на щели спектрографа.

Телескоп наводится на звезду по ее координатам (изображение звезды приводится в поле зрения искателя или гида) при помощи электромоторов грубого, так называемого установочного, движения, или, в случае необходимости, вручную, при помощи штурвалов, что при хорошо уравновешенном телескопе (несмотря на его громадный общий вес — около 55 т) требует совершенно незначительных усилий.

Кроме того, медленным (средним) движением изображение звезды устанавливается на щель спектрографа; еще более медленное (так называемое гидировочное) движение служит для ведения изображения звезды по щели во время экспозиции.

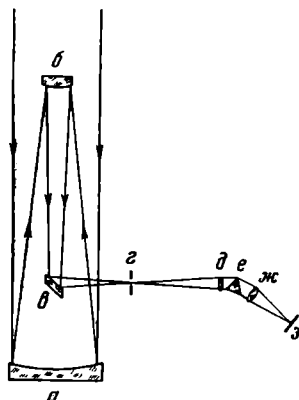
Фокусировка изображения звезды на плоскость щели спектрографа (фокусное расстояние телескопа несколько меняется, в частности из-за температурных изменений формы зеркала) производится при помощи электромотора поступательным движением гиперболического зеркала вдоль оптической оси телескопа.

Пульты управления реле и электромоторами среднего и гидировочного движения, фокусировки инструмента и вращения купола находятся под руками у наблюдателя во время работы.

Электрический часовой механизм, ведущий телескоп за суточным движением неба, помещается в колонне телескопа. Скорость хода часового механизма регулируется часами, установленными в башне.

Конструкция корпуса большого однопризмового спектрографа со стеклянной оптикой была разработана по схеме, предложенной старшим научным сотрудником обсерватории В. А. Альбицким (ныне покойным). К этому спектрографу имеются три камеры с фокусными расстояниями 230, 480 и 720 мм, которые позволяют получать спектры звезд с линейной дисперсией (около линии H_γ) 72,2, 35,6 и 23,4 Å/мм соответственно. Полная длина спектров на фотопластинках, полученных с этими камерами, составляет около 30,60 и 100 мм соответственно.

Наличие трех камер значительно увеличивает возможности телескопа. Использование более ко-



Оптическая схема 1200-миллиметрового рефлектора и прикрепленного к нему спектрографа: а — главное зеркало, б — вторичное зеркало, в — диагональное зеркало, г — щель спектрографа, д — объектив коллиматора, е — призма, ж — объектив фотографической камеры, з — фотопластинка

роткофокусных камер позволяет за счет уменьшения линейной дисперсии и некоторого ухудшения качества спектра заметно выиграть в яркости и получить спектры более слабых звезд. Приспособление для передвижения кассеты в фокальной плоскости дает возможность получать на одной пластинке несколько спектров звезд.

Перед щелью установлена диафрагма для получения на фотографической пластинке рядом со спектром звезды спектра сравнения. Источником для получения этого спектра служит вольтова дуга с железными электродами. На спектрографе производится и необходимая стандартизация используемых фотографических пластинок.

В целях устранения при спектрографических работах многих ошибок, возникающих из-за колебаний температуры спектрографа в целом и отдельных его частей, осуществлено термостатирование спектрографа. Весь корпус спектрографа покрыт слоем толстого войлока и обшит плотной тканью. Для доступа к необходимым частям спектрографа в слое войлока сделаны отверстия, закрываемые войлочными же крышками. Схема термостатирующего устройства включает две секции нагревательных спиралей, помещенных в призмной камере, ртутный термометр-регулятор, реле и сигнальную лампу. При работающем терморегулирующем устройстве температура внутри спектрографа поддерживается постоянной с точностью до десятых долей градуса.

Второй спектрограф (кварцевый) имеет значительно меньшие размеры и предназначен для изучения ультрафиолетовой части спектра. Несколько снижает его эффективность для далекой ультрафиолетовой части спектра посеребренное главное зеркало (как известно, серебро плохо отражает ультрафиолет). Тем не менее, на спектрограммах звезд, получаемых с кварцевым спектрографом можно проследить непрерывный спектр и линии поглощения до λ 3400 Å. Линейная дисперсия спектра составляет 162 Å/мм. Полная длина спектра на пластинке около 15 мм.

Устройство щелевой части и приспособления для ведения изображения звезды по щели такое же, что и для большого спектрографа. На кварцевом спектрографе можно также впечатывать рядом со спектром звезды спектр сравнения и стандартизировать пластинки. Устройство для передвижения кассеты перпендикулярно оптической оси камеры позволяет получать на одной пластинке (6×9 см) до 10 спектров звезд.

При наблюдениях звезд на больших зенитных расстояниях спектрографы, поднимающиеся высоко над полом башни, оказываются трудно доступными. В таких случаях наблюдатель пользуется специальной передвижной наблюдательной платформой.

Платформа может перемещаться по полу башни в любом направлении; она снабжена подъемным устройством, при помощи которого площадка с наблюдателем может подниматься над полом башни на необходимую высоту (до 7 м). На перилах площадки для наблюдателя смонтирован пульт управления всеми движениями платформы. К платформе подведен электрический кабель достаточной длины. Управление всеми движениями платформы очень удобно и просто по устройству.

В башне—специальная тележка для извлечения главного зеркала телескопа из трубы (вес зеркала вместе с оправой около 1,5 т) на время его серебрения. При диаметре башни около 15 м в ней легко размещаются и другие дополнительные приспособления.

При помощи нового телескопа ведутся интенсивные наблюдения для детального изучения спектров звезд. На основе полученного наблюдательного материала в настоящее время выполняется ряд работ: определение точных спектральных (температурных) характеристик нескольких сот звезд, изучение спектров особенных звезд, исследование вопроса о выбрасывании вещества с поверхностей некоторых наиболее горячих звезд, изучение спектров планет (Марса, Венеры) и т. д. Некоторые из этих работ уже закончены.

И. М. Копылов

*Крымская астрофизическая обсерватория
Академии наук СССР*

БИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ БОРА

К биологической роли бора в настоящее время приковано внимание многих исследователей. Это объясняется не только физиологическим эффектом, который бор оказывает на рост растений и урожай, но и весьма интересными особенностями питания растений этим элементом. Выяснение этих особен-

ностей может помочь решению ряда общих вопросов физиологии и биохимии растений, а может быть, и эмбриологии.

Бор довольно широко распространен в природе. Общее содержание его в земной коре—около 0,002%. Наиболее богаты бором почвы юга — за-

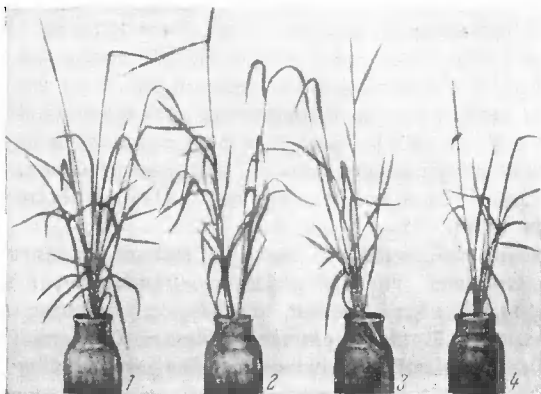


Рис. 1. Влияние бора на рост пшеницы в водных культурах: первый сосуд—без бора; три следующих сосуда—с разными дозами бора

солонные каштановые, сероземы, солонцы; наиболее бедны подзолистые почвы. Содержание бора в живом веществе колеблется от 10^{-3} до $10^{-4}\%$. Он является составной частью как растений, так и животных, причем у первых он содержится в больших количествах, чем у вторых.

Интересно, что в однодольных растениях бора имеется значительно меньше, чем в двудольных. Последний факт находится в связи с очень интересной особенностью однодольных. Они дают в отсутствие бора прекрасно развитую вегетативную массу (рис. 1), и только при переходе к репродуктивному развитию у однодольных растений обнаруживаются определенные нарушения нормы, двудольные же в отсутствие бора гибнут почти сразу же после разворачивания семядолей (рис. 2). Некоторые злаки, например ячмень, вообще не могут плодоносить в отсутствие бора и дают при хорошем урожае вегетативной массы совершенно бесплодный колос.

Повышенная потребность двудольных в боре по сравнению с однодольными подтверждается многими функциональными болезнями, вызванными недостатком этого микроэлемента и распространенными только у двудольных растений. Мы имеем в виду «сухую гниль сердечка» свеклы, «коричневую гниль» цветной капусты, «ломкость стебля» сельдерея, «пожелтение» люцерны и т. д., встречающихся в полевых условиях на почвах с резко выраженным недостатком бора. У однодольных растений функциональные болезни, вызванные недостатком бора, не известны.

Бор играет большую роль в процессах размножения растений; в образовании репродуктивных

органов. Он необходим растениям в период дифференциации пыльцы, выделения генеративных клеток в пыльцевых зернах, во время оплодотворения и последующего развития зародыша и эндосперма. Разными исследователями было показано, что бор ускоряет развитие и увеличивает количество цветков, усиливает прорастание пыльцы и рост пыльцевидных трубок (рис. 3). Было обнаружено значительное накопление бора в цветках, особенно в рыльцах и столбиках.

Отсутствие бора в фазе образования репродуктивных органов не только вызывает полное прекращение дальнейшего развития этих органов, но и сопровождается их высыханием и опадением. Опрыскивание гречихи бором, особенно в разгар цветения, в начале плодообразования и в период наиболее интенсивного плодообразования, повысило частоту оплодотворения при затрудненном опылении и резко снизило процент преждевременного усыхания молодых плодов. В. Е. Писарев и М. Д. Жилкина показали, что внекорневое питание слабоплодовитых гибридов бором резко повысило не только число колосков в одном колосе, но и озерненность колосьев.

Вопрос о значении бора для полового процесса у растений заслуживает особого внимания эмбриологов. Бор необходим не только для формирования пыльцы и оплодотворения, но и для последующего развития семени. Без этого элемента нарушается процесс созревания семян, очевидно, вследствие нарушения притока к ним питательных веществ. Нами ранее было установлено, что бор улучшает отток углеводов из листьев к органам плодоношения. В настоящее время при помощи метода меченых атомов хорошо показано усиление под влиянием бора оттока сахарозы, являющейся наиболее транспортной формой углеводов. При помощи этого же метода Э. И. Журбицкий и С. М. Вартапетян недавно доказали, что под действием бора увеличивается (в несколько раз) поступление фосфора из стеблей в листья. Нашими исследованиями было выявлено под воздействием бора снижение опадения завязей лимона и улучшение оттока углеводов к плодам. Опадение завязей у хлопчатника, люцерны и других растений тоже значительно предупреждается бором.

Ф. Д. Сказкин и Г. В. Заблуда физиологически обосновали существовавший в агрономической литературе взгляд на наличие критического периода водоснабжения у растений в момент трубкования. Ими установлена особая чувствительность растений к недостатку влаги в период формирования пыльцы, цветения и оплодотворения. В. А. Новиков показал, что этот период является критиче-

ским и по интенсивности освещения. Согласно нашим представлениям, его также можно считать критическим и по потребности растения в боре, роль которого особенно значительна при формировании половых элементов цветка в периоды оплодотворения и плодообразования. Большое повышение урожая семян клевера и хлопка-сырца при внекорневом питании или при опыливания растения бором в период бутонизации—цветения подтверждает особую роль этого элемента для процессов оплодотворения и необходимость применения его именно в это время.

Важное практическое значение имеет также и предпосевная обработка семян бором, особенно таких культур, как ячмень, эспарцет, подсолнечник, томаты, люпин, хлопчатник. Применение этого метода дает возможность получить для ряда культур довольно заметную прибавку урожая. При этом борных удобрений расходуется в 200—300 раз меньше, чем когда их вносят в почву, и в 100 раз меньше по сравнению с расходом их при внекорневом питании.

Введением бора в удобрения достигается не только повышение урожая, но и улучшение его качества. Как выяснилось, бор повышает белковость зерна яровой пшеницы, содержание жира в семенах подсолнечника, крахмала и витамина С в клубнях картофеля, витамина С и каротина в травах. Кроме того, бор повышает устойчивость растений к грибным и бактериальным заболеваниям, а также к засухе и высоким температурам.

Огромное значение этого элемента для роста и развития растений в настоящее время общепризнано. В каких же еще жизненных процессах бор принимает участие? С одной стороны, известен факт, что двудольные растения в его отсутствие совершенно неспособны синтезировать органическое вещество и гибнут почти сразу после разворачивания семядоли. Это указывает на участие бора в важнейших жизненных процессах растительного организма. С другой стороны, известно, что злаки могут и без этого микроэлемента создавать органическую массу, иногда даже большую, чем в его присутствии. Как же объяснить эти, столь противоречивые факты?

В последнее время были получены данные, которые говорят о том, что потребность в боре даже сильно нуждающихся в нем двудольных растений в очень большой степени зависит от соотношения минеральных элементов в питательном растворе, от величины pH, а также от температурных и световых условий. Эти факты, а также данные о физиологических различиях однодольных и двудольных растений проливают некоторый свет на этот вопрос. Они вместе с тем дают возможность ближе подойти к пониманию роли бора и причин того, почему он

в различной степени необходим разным группам растений.

В условиях высоких температур потребность растений в боре увеличивается. Это подтверждается тем, что болезни, вызванные недостатком бора,— «сухая гниль сердечка» свеклы, «некроз виноградной лозы», «бактериоз льна» — особенно распро-

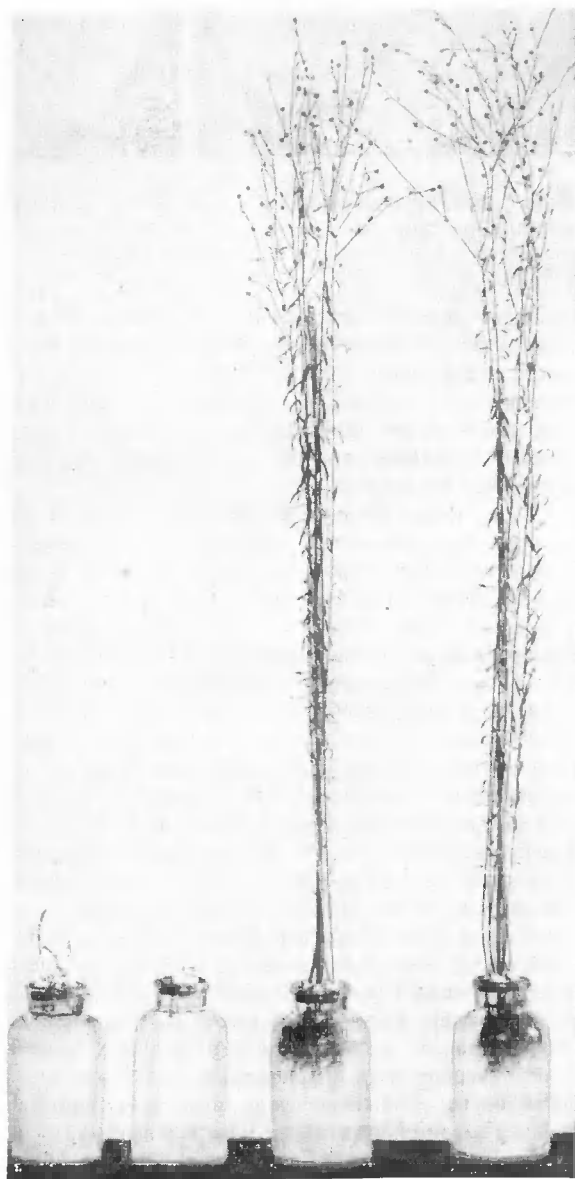


Рис. 2. Необходимость бора для льна в подных культурах: два сосуда слева — без бора; два сосуда справа — с бором

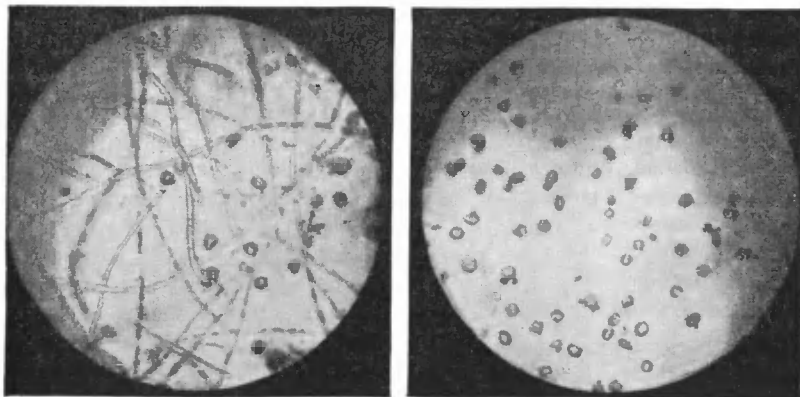


Рис. 3. Влияние бора на прорастание пыльцы груши. Слева — в сахарном растворе с борной кислотой; справа — в сахарном растворе без борной кислоты

странены в годы с жарким и сухим летом. Выяснилось также, что потребность в боре возрастает при высоких дозах азота, фосфора, извести и при низком содержании калия в питательных растворах; при высоких же дозах калия, железа и особенно магния необходимость в боре у растений, наоборот, несколько снижается.

Я. В. Пейве показал возможность предотвращения заболевания льна бактериозом и без внесения бора, например, достигением правильного соотношения других минеральных элементов и соответствующим регулированием различных факторов среды. В наших совместных с М. М. Стекловой опытах было обнаружено, что недостаток бора может быть частично компенсирован, особенно в условиях пониженных температур, перекисью водорода (рис. 4), а также двуокисью марганца. В результате исследований выяснилось, что недостаток железа может быть частично компенсирован бором (рис. 5). Эти факты указывают на то, что действие минеральных элементов на обмен веществ нельзя рассматривать изолированно, вне связи их друг с другом.

Чем можно объяснить различную потребность растений в боре в зависимости от внешних факторов? Большая потребность растений в боре на фоне, например, высоких доз азота, фосфора и извести указывает на то, что бор в таких случаях способен оказывать диаметрально противоположное влияние на обмен веществ по сравнению с влиянием на него высоких доз этих элементов и выправить наблюдающиеся в данных случаях нарушения обмена веществ у растений. В пользу этого положения исследователи приводят ряд доказательств. Показано, например, что на фоне высоких доз азота и малых доз калия, так же как высоких

доз извести, наблюдаются нарушения направленности окислительно-восстановительных процессов, т. е. нормального хода дыхания. В этих случаях нарушается соотношение дегидразной и оксидазной фаз дыхания в сторону слишком сильной стимуляции второй фазы. Бор, который способен активизировать дегидразы и снижать слишком высокую активность окислительных ферментов, делается в этих случаях особенно необходимым.

Интересно отметить, что менее пуждающиеся в боре злаки, обладающие значительно большей устойчивостью к нарушениям соотношений минераль-

ных элементов, отличаются также большей устойчивостью окислительно-восстановительных процессов.

В другом случае, когда на фоне высоких доз магния, калия или железа наблюдалось снижение потребности растения в боре, можно говорить о частичной компенсации недостатка бора этими элементами благодаря их некоторому, сходному с бором влиянию на обмен веществ. В работах Н. В. Кова-

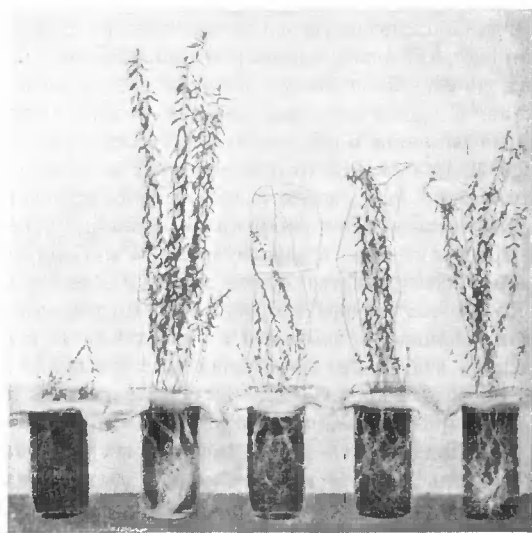


Рис. 4. Влияние перекиси водорода на потребность льна в боре. Первый сосуд слева — без бора; второй — с бором; остальные — без бора, но с разными дозами перекиси водорода

левой и в наших, совместных с нею и с М. М. Стекловой, исследованиях приводятся данные о сходном с бором влиянии указанных элементов на направленность окислительно-восстановительных процессов и зависимость от них важнейших процессов обмена веществ.

Эти данные находятся в полном соответствии с данными, полученными другими авторами, изучающими функциональную болезнь сельдерея «ломкость стебля», вызванную недостатком бора. Выявилось, что эта болезнь может быть устранена не только бором, но и сернистым магнием, почти полностью — двуокисью марганца и резко снижена под влиянием лимоннокислого железа.

Проведенные исследования позволили ближе подойти к пониманию интересных фактов, обнаруженных советскими учеными, о возможности устранения при помощи бора вредного действия высоких доз извести; они позволили понять, почему отрицательное действие извести может быть снято не одним бором, а также рядом других минеральных элементов — магнием, калием и в значительной степени железом.

Значение бора в окислительно-восстановительных процессах и его способность снижать активность окислительных ферментов и дыхания могут быть объяснены химической способностью бора образовывать комплексы с сахарами, оксикислотами, многоатомными спиртами и другими органическими соединениями. Очень важно, что, как это доказано некоторыми авторами, комплексные соединения различных сахаров с борной кислотой отличаются большей устойчивостью к окислению. Такие соединения, как пирокатехин и другие фенолы, тоже способны давать комплексные соединения с борной кислотой (моно-ди- и трипирокатехинборная кислота). Наконец, бор может давать комплексные соединения с некоторыми окислительно-восстановительными веществами организма, такими как рибофлавин и аскорбиновая кислота, что тоже свидетельствует о значении бора для окислительно-восстановительных процессов.

Способность бора образовывать комплексы с сахарами привлекается сейчас некоторыми исследователями для объяснения причин положительного влияния бора на отток углеводов, в первую очередь наиболее подвижной формы углеводов — сахарозы. Согласно выдвигаемым ими представлениям, сахаро-борные комплексы передвигаются с большей легкостью, чем молекулы сахара.

Возможно, что этим в основном определяется особенно большая необходимость бора для двудольных растений, которые, как известно, отличаются значительно меньшим количеством сахарозы

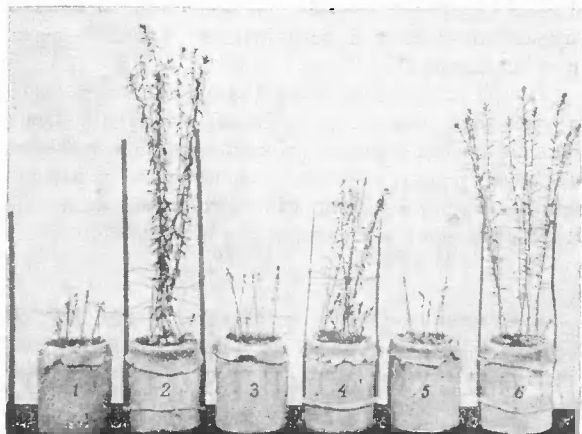


Рис. 5. Действие бора на рост льна в отсутствие железа в питательном растворе. Шесть сосудов слева направо: 1 — без бора, 2 — с бором, 3 — без магния и бора, 4 — без магния с бором, 5 — без железа и бора, 6 — без железа с бором

в листьях и высоким содержанием крахмала по сравнению с представителями однодольных — злаками, содержащими в листьях большие количества сахарозы и, наоборот, очень немного крахмала.

Известно, что большая часть бора находится в растительных клетках в их клеточных стенках и может быть выделена лишь в виде комплексного соединения. Так как молодые клеточные стенки представлены главным образом пектиновыми веществами, то некоторыми исследователями выдвигается предположение, что бор входит в соединения с этими веществами. Способность бора давать бор-органические комплексы привлекается некоторыми исследователями также для объяснения механизма действия бора на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок.

Интересны данные о влиянии борной кислоты на регулирование пола у водоросли *Chlamydomonas*. Под действием борной кислоты недифференцированные гаметы этой водоросли приобретали качества мужских гамет. Механизм этого действия объясняется следующим образом: недифференцированные гаметы содержат женское начало — *Cynotermon* — изохамнетин и мужское начало — *Androtermon* — оксиальдегид.

Смещение концентрации этих соединений в гамете достигается путем ее помещения в среду, в которой находится в виде раствора одно из этих веществ, что дает возможность регулировать пол гаметы. Вместе с тем, внесением борной кислоты, которая образует комплексное соединение

с пзохамнетином, также можно получить избыток мужского начала и регулировать таким образом с ее помощью пол.

Вопрос о значении бора для организма человека и животных пока еще остается открытым. Однако способность бора давать комплексные соединения с целым рядом органических веществ, играющих большую роль в физиологических процессах животного организма, — с сахарами, рибофлавином (вита-

мин В₂), пиридоксином (витамин В₆), аскорбиновой кислотой, кодегидразами, адреналином, производными катехина и пирокатехина и др., а также широкое распространение бора в организме животных, где он является составной частью важнейших органических соединений, наводит на мысль о том, что он и в животных организмах играет определенную, хотя еще пока не выясненную физиологическую роль.

М. Я. Школьник
Доктор биологических наук
Ленинград

ПРОИСХОЖДЕНИЕ УГЛЕВОДОРОДНЫХ НЕФТЯНЫХ ГАЗОВ

Из существующих природных газовых скоплений наибольшее практическое значение имеют так называемые чисто газовые и нефтяные месторождения. Газы этих месторождений широко используются как топливо и как промышленное сырье.

Газы чисто газовых месторождений состоят в основном из метана, количество которого составляет обычно 85—95%, а иногда достигает даже 98%. Например, газ саратовских чисто газовых месторождений содержит 91—93% метана, месторождений Западной Украины — 95—97,8%, Ухты — 88%, Мелитополя — 98% метана. В состав газовой смеси входят также азот, углекислый газ, сероводород, а иногда небольшое количество тяжелых летучих углеводородов. Например, газ саратовских месторождений содержит их от 1,8 до 4,2%.

Газы нефтяных месторождений имеют также в своем составе метан (30—94%), углекислый газ (0,5—8%), иногда азот и сероводород. Но наиболее характерная черта газов нефтяных месторождений — присутствие в них тяжелых летучих углеводородов (4—51%). Поэтому обнаружение в газовых залежах смеси тяжелых углеводородов (этана, пропана, бутана и др.) свидетельствует о близости нефтяной залежи, расположенной обычно в более глубоких горизонтах. Эта территориальная связь указывает на генетическую связь между этими залежами.

В последнее десятилетие в печати появилось большое число работ, рассматривающих с различных точек зрения вопросы происхождения нефти. Но о происхождении газа газовых месторождений специальных работ нет, поскольку геологи и геохимики считали этот вопрос относительно ясным. Однако в действительности дело обстоит значительно сложнее.

Известно, что наиболее часто углеводородные газы в осадках образуются в результате биохимического преобразования отмирающего органиче-

ского вещества. Если бы не было этого процесса, поверхность Земли и недра ее были бы переполнены трупами животных и отмершими массами растений.

При биохимическом разложении отмерших растительных и животных организмов в аэробных условиях (т. е. в условиях свободного доступа кислорода воздуха) образуются главным образом углекислый газ и азот с примесью окиси углерода, аммиака, закиси азота и небольших количеств множества самых разнообразных летучих органических веществ, по видимому, близких к эфирам, состав которых пока еще не изучен. Кроме того, в небольших количествах образуются метан и сероводород, так как всегда имеются отдельные участки, куда доступ кислорода затруднен. Водород встречается очень редко, так как он сразу же используется специфическими бактериями, находящимися тут же в осадке.

В анаэробных условиях биохимическое разложение органического вещества идет с образованием главным образом метана и азота. Встречаются также водород, углекислый газ, очень часто сероводород.

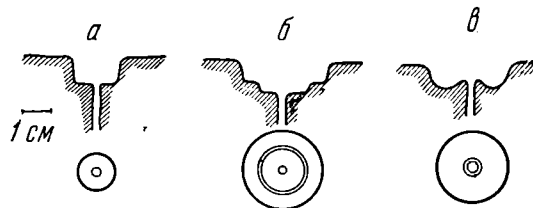
Следует особо отметить, что газообразные продукты, образующиеся при бактериальном разложении органического вещества, выделяются неравномерно, причем максимальное количество газа выделяется в начале распада организмов, когда разлагаются ткани, подверженные наиболее легкому разрушению. По мере дальнейшего распада выделение газов уменьшается и в осадке сохраняются наиболее трудно разлагающиеся вещества и образовавшиеся битуминозные компоненты. К этому времени органические остатки в водной среде перекрываются толщей осадков, и дальнейшее разложение происходит в анаэробных условиях.

При биохимическом разложении органических веществ, происходящих на суше, все образующиеся газы сразу же уходят в атмосферу. В водной среде процесс выделения газа несколько затруднен.

В первый период распада органического вещества, когда отмершие организмы (растения, тела микроорганизмов и мелких животных и т. д.) еще не погрузились в илистый осадок, все газы выделяются в воду. В воде они частично растворяются, а частично в виде пузырьков проникают через толщу воды в атмосферу. По мере погружения органического вещества в осадок в результате перекрытия его илом, свободное выделение газа затрудняется. Газ сперва скапливается в самом осадке в виде пузырей, по мере же накопления его и, соответственно, увеличения давления, он прорывается через слой рыхлого осадка мощностью до 1 и даже 1,5 м. На месте подводных выходов струек газа, образующегося в илистом осадке, возникают небольшие своеобразные кратеры, напоминающие газифирующие грифоны-воронки грязевых вулканов.

На рисунке изображено несколько таких подводных кратеров, наблюдающихся в притоках р. Кубани. Наиболее часто встречается простой кратер диаметром 10—12 мм и глубиной 8—10 мм с небольшим отверстием в центре, которое после очередного выхода пузырьков газа заволакивается тонким илом. Реже встречается ступенчатый кратер, имеющий диаметр до 30 мм при максимальной глубине 10 мм. Такой кратер образуется тогда, когда газ выходит крупными пузырями. Фигурный кратер наблюдался в единичном случае. Следует указать, что такие кратеры не стабильны, они легко запосыются песчано-илистым материалом и также легко возникают вновь на новом месте. Выделению газа способствует понижение атмосферного давления. Перед грозой в реках и озерах наблюдается массовое выделение струек и пузырей газа, возникающих незакономерно в разных местах. Все это указывает на то, что образующиеся при биохимическом распаде газы в основной своей массе уходят из осадка в атмосферу и, следовательно, не могут быть основой для образования газовых месторождений.

Газы чисто газовых и нефтяных месторождений по своему составу наиболее близки к газам, образующимся в современных водных бассейнах в анаэробных условиях, и резко отличаются от газов, выделяющихся при доступе воздуха. Однако между газами современных водных бассейнов и газонфтяных залежей имеется весьма существенное различие. Сходство между болотными газами и газами нефтяных месторождений заключается в том, что как те, так и другие обычно содержат много метана. Различаются же они тем, что в болотных газах, помимо метана, почти всегда присутствует много азота, а иногда количество его значительно выше, чем метана. Но это еще не все. В болотных га-



Кратеры подводных выходов газа: а — простой, б — ступенчатый, в — фигурный

зах, как правило, тяжелые газообразные углеводороды отсутствуют. Лишь очень редко они встречаются в незначительном количестве, по нашим данным, 0,01—0,03% (чувствительность определения 0,01%).

Возникает вопрос, при каких же условиях образуются тяжелые газообразные углеводороды. Может быть соленоводная среда обуславливает образование этих углеводородов?

Для того чтобы ответить на этот вопрос, мы провели анализ 12 проб газов, взятых из современных илистых осадков лиманов, лагун и заливов Черного и Азовского морей, окружающих Таманский полуостров. Оказалось, что газы, образующиеся в илистых осадках лагун, лиманов и заливов, состоят в основном из азота и метана. Тяжелых летучих углеводородов обычно нет, в одном случае мы обнаружили лишь их следы (0,02%). На основании этих данных мы делаем вывод, что ни в современных пресноводных, ни в современных соленоводных бассейнах при разложении органического вещества тяжелые газообразные углеводороды не образуются.

Известно, что в морских осадках в настоящее время идет лишь образование метана и битуминозных веществ нефтяного типа¹. Например, установлено, что в современных морских осадках при помощи бактерий образуются метан и парафины (от $C_{18}H_{38}$ до $C_{25}H_{52}$), а также пигментные углеводороды². Изучение современных водоемов Таманского полуострова обнаружило намечающуюся направленность превращения органического вещества в сторону возможного нефтеобразования³.

На первый взгляд может казаться, что раз в осадках современных водоемов нет тяжелых газообразных углеводородов, а в нефтяных залежах, возникших в прошлые эпохи, их имеется много, следовало бы предположить, что в настоящее время в водоемах

¹ См. Т. Л. Гинябург-Карагичева. Микробиологические очерки. ГОНТИ, 1932.

² См. Л. К. Осницкая. Роль бактерий в образовании и накоплении нефти. «Природа», 1948, № 4.

³ См. В. В. Вебер, А. И. Горская, Е. Н. Егоров и др. К познанию современных аналогов нефтеносных фаций. Гостоптехиздат, 1950.

нет условий для сохранения тяжелых газообразных углеводородов. Этан, пропан и бутан, продуцируемые одним видом бактерий, могут разрушаться другим видом их. Однако многочисленные исследования указали на сравнительно малую распространенность бактерий, окисляющих тяжелые газообразные углеводороды.

Таким образом, тяжелые углеводороды не обнаруживаются не потому, что они сразу же уничтожаются бактериями, а вследствие отсутствия условий для их образования.

Нам представляется, что тяжелые газообразные углеводороды, а также значительное количество метана образуются в недрах за счет процесса метаморфизации битуминозных веществ и нефти.

Какие же имеются для этого доказательства?

Изучая возможности современного образования метана в газоносных фациях района Саратова и Бугуруслана, С. И. Кузнецов¹ доказал наличие бактериальных процессов, действующих в направлении образования этого газа.

Ценные материалы, подтверждающие этот взгляд, были получены Е. Н. Боковой². Для разложения нефти в анаэробных условиях использовалась двухлитровая колба с высоким горлом, имеющая пробку с двумя отводными стеклянными трубками. Одна трубка доходила почти до дна колбы, а вторая, служившая для отвода образующегося газа, — только до нижнего края пробки. В колбу была залита тяжелая сахалинская нефть, смешанная с небольшим количеством прокаленного песка. Свободное пространство колбы было заполнено минеральной питательной средой; в качестве посевного материала было взято 2 мл сточной жидкости. Контролем служили две колбы; в одну из них не было внесено нефти, а в другую не было внесено посевного материала и был добавлен антисептик (хлористая ртуть).

Опыт длился два года при комнатной температуре. За это время выделилось 450 мл газа, осадок в колбе почернел, жидкость стала мутной. В первой же контрольной колбе накопилось всего 2 мл газа, а во второй газ отсутствовал. Анализ показал, что газ содержит 20,9% метана, 0,008% «тяжелой фракции» (возможно тяжелых углеводородов и закиси азота), 0,6% водорода, 4,6% углекислого газа и 73,9% азота. Эти опыты доказывают, что при разложении нефти в анаэробных условиях образуется метан.

¹ См. С. И. Кузнецов. Изучение возможности современного образования метана в газонефтеносных фациях района Саратова и Бугуруслана. «Микробиология», т. XIX, 1950, вып. 3.

² См. Е. Н. Бокова. Образование метана при микробиальном разложении нефти. «Полевая и промысловая геохимия», Гостоптехиздат, 1953, вып. 2.

В. А. Экзерцев и С. И. Кузнецов¹, исследуя микрофлору нефтяных месторождений Второго Баку, показали, что бактерии, разрушающие нефть с образованием газов, встречаются очень часто. Они обнаружены в нефтях месторождений: Сколовая гора, Березовое, Зольный овраг, Яблоновый овраг и многие другие. Газ, образующийся при распаде нефти, содержит до 35% метана. Эти исследователи считают, что главным источником метана служит анаэробный распад нефти при участии микроорганизмов.

Они отметили следующую закономерность: чем активнее идет бактериальный распад нефти, тем выше газовый фактор месторождения (количество растворенного газа, приходящегося на 1 т добытой нефти). Например, процесс распада нефти в недрах Губинского месторождения шел медленнее, чем на Сызранском, и поэтому газовый фактор Губинского месторождения меньше Сызранского. В нефтях Зольного оврага распад шел активно, и поэтому это месторождение характеризуется высоким газовым фактором.

Распад нефти в месторождениях Саратовской области идет значительно интенсивнее, чем в месторождениях Куйбышевской области. В этом следует искать причину образования крупных газовых месторождений именно в Саратовской области.

Распад нефти в анаэробных условиях идет очень медленно, и большие скопления газа могли образоваться лишь за длительные геологические периоды. Вероятно, этим объясняется наличие в больших количествах газовых залежей в палеозойских и мезозойских отложениях и меньшее их количество в отложениях третичного возраста.

Мы считаем, что и тяжелые летучие углеводороды, наряду с метаном, образуются при метаморфизации битумов и нефти в анаэробных условиях под воздействием главным образом бактерий. Отсутствие экспериментальных данных для доказательства этого объясняется лишь трудностями организации точного анализа углеводородных газов.

С этой точки зрения существующая гипотеза об образовании промышленных залежей нефти из метана (И. И. Потапов, М. М. Чарыгин и др.) нам кажется недостаточно обоснованной.

Мы рассмотрели основные пути образования углеводородных газов, слагающих чисто газовые месторождения, а также входящих в состав газов нефтяных месторождений. Но могут существовать газовые месторождения, обязанные

¹ См. В. А. Экзерцев и С. И. Кузнецов. Исследования микрофлоры нефтеносных месторождений Второго Баку. «Микробиология», т. XXIII, 1954, вып. 1.

другим процессам, а именно разложению органических веществ (нефти, угля, битуминозных пород) под влиянием не бактерий, а высокой температуры. Происходит это тогда, когда породы, содержащие залежи каустобиолитов, погружаются глубоко в недра, в область высоких температур. Наблюдается это преимущественно в геосинклинальных областях, но пока ни одно газовое месторождение такого типа не эксплуатируется из-за трудностей,

связанных с большими глубинами. Небольшие количества метана и более тяжелых углеводородов могут образоваться из органического вещества также под воздействием радиоактивных излучений и других процессов. Однако эти воздействия являются лишь дополнительными факторами в образовании углеводородных газов, слагающих залежи, основной же процесс, как мы сказали выше, — метаморфизация нефти при помощи микроорганизмов.

М. И. С у б б о т а

Кандидат геолого-минералогических наук
Всесоюзный научно-исследовательский геолого-разведочный
нефтяной институт
Москва

УКРАИНСКИЙ КРИСТАЛЛИЧЕСКИЙ МАССИВ

Обширная территория Советской Украины расположена между горными сооружениями Карпат и Крыма, размытыми горами Донецкого кряжа и Русской равниной, на площади свыше 600 тыс. км². Крупные геологические события происходили на ее территории, поэтому сложно строение ее поверхности и глубинных геологических структур, скрывающих в своих недрах большое многообразие полезных ископаемых.

Главной геологической структурой территории республики является одно из древнейших образований земной коры — Украинский кристаллический массив, сложенный различными гранитами, гнейсами, мигматитами, габбро-норитовыми породами, амфиболитами и кристаллическими сланцами. Этот массив вытянут широкой полосой от Азовского моря до северо-западных границ республики на 1000 км, при средней ширине около 200 км.

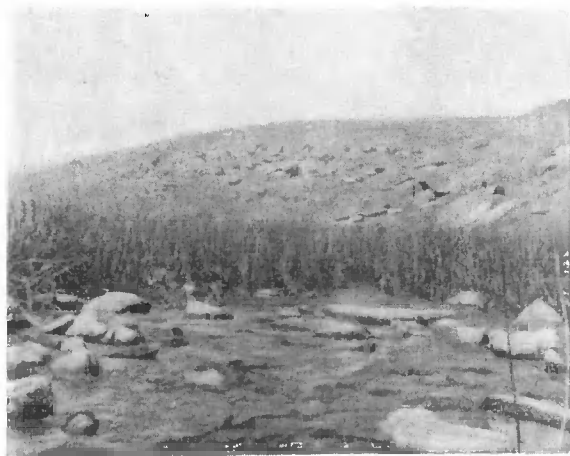
В докембрийское время Украинский кристаллический массив представлял собою часть огромного Русско-Балтийского щита.

Обособление Украинского кристаллического массива началось в конце докембрийской эры, когда в результате тектонических движений земной коры жесткий щит был расколот трещинами меридионального направления на ряд крупных глыб. Часть этих глыб опустилась, образовав впадины, которые были залиты нижнепалеозойскими морями.

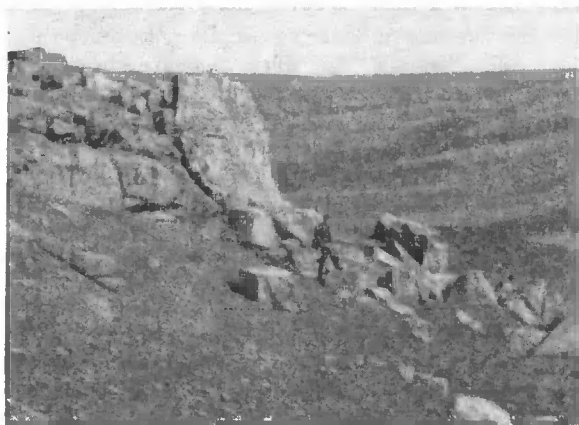
Большой такой раскол кристаллического массива прослеживается по западной его границе с Волыно-Подольским плато. Здесь накопилась мощная толща осадочных образований, начиная с нижнепалеозойских отложений, которых нет в пределах массива восточнее р. Горынь. По трещинам опускания изливалась главным образом базальтовая основная магма, давшая ряд месторождений, в том числе

известные месторождения базальтов в Ровенской области.

Наиболее крупный разлом Украинского кристаллического массива произошел, очевидно, в каледонскую фазу складчатости — в конце силура или в начале девона. При этом массив был расколот трещинами близкого к широтному направлению на ряд глыб, часть из которых опустилась вниз, образовав крупный прогиб на месте современного Донецкого бассейна и Днепровско-Донецкой впадины, выполненной мощной толщей осадочных образований, начиная с девона. Опускание вновь сопровождалось также мощными излияниями магмы, образовавшими эффузивные породы юго-западной части Донбасса и многочисленные диабазовые жилы Днепровско-Донецкой впадины.



Выходы гранитов по реке Тясминя



Чарянокиты по реке Южный Буг

Последующие тектонические движения земной коры, несомненно, нашли отражение на строении и конфигурации массива, выразившееся в дислокациях главным образом сбросового характера. В южной части массива еще в конце прошлого века Н. А. Соколов обнаружил такой сброс палеогенового возраста.

Сложная геологическая история Украинского массива в докембрийское время до сих пор еще окончательно не разрешена. Докембрийские горообразовательные процессы создали на территории Украины ряд складчатых горных сооружений, сложенных гнейсами, мигматитами, кристаллическими сланцами, прорванными массивными вторжениями магмы. Эти древнейшие горы не дошли до нас — со



Выходы пегматитовой жилы в гранитах

временем они были размыты, сглажены и уничтожены. До нас дошли лишь остатки этих горных сооружений в виде крутопадающих пластов гнейсов и кристаллических сланцев, собранных в изоклинальные складки.

К наиболее древним образованиям докембрия Украины большинство исследователей относят гнейсы. Они образовались в условиях опускания кристаллического массива, сопровождавшегося изгибными основными лав. Весь этот осадочный и эффузивный материал был метаморфизован в мощные толщи гнейсов различного состава. Надо полагать, что значительная масса погружающейся гнейсовой толщи была переплавлена, ассимилирована и сделалась достоянием магматической массы вещества, под влиянием которой происходили процессы метаморфизма. Эти процессы протекали весьма длительно — они заняли значительную часть архейской геологической истории кристаллического массива.

Гнейсы образовались в позднеархейское время — наличие в них значительного количества графита, известного почти по всей гнейсовой полосе массива, свидетельствует уже о довольно обильной органической жизни в этот период. На это же указывают и спорадически встречающиеся среди гнейсовых пород мощные толщи доломитизированных кристаллических известняков.

Горообразовательные процессы второй половины архея смяли гнейсовую толщу в сравнительно несложные изоклинальные складчатые структуры северо-западного направления. Складчатость гнейсовой толщи, ее метаморфизм и мигматизация сопровождалась мощной интрузией кировоградско-житомирских гранитов.

Однако в Украинском кристаллическом массиве известны и более древние интрузивные, преимущественно гранитные образования — такие, как чудново-бердичевские, звенигородско-кремнечугские, криворожские и т. д. Наиболее поздними породами на Украине в прадархейской истории, по видимому, были основные эффузивные породы базальтового типа, о следах которых нам указывает химико-минералогический состав древнейших интрузивных комплексов.

Мощный процесс метаморфизма, охвативший весь кристаллический массив и по степени метаморфизма не имевший себе ничего сколько-нибудь подобного в последующие геологические эпохи, мог происходить только под воздействием гранитных интрузий и процессов гранитизации. Поэтому значительная часть гранитов Украины, очевидно, относится к допротерозойскому возрасту

После завершения гнейсового горообразования на Украинском кристаллическом массиве наступил длительный континентальный режим, в ходе которого произошло глубокое выравнивание архейского рельефа.

В конце архея произошли новые излияния основных лав по трещинам разлома меридионального направления. Такие метаморфизованные эффузивы особенно хорошо сохранились в районах распространения саксаганской железорудной формации.

В начале протерозоя значительная часть Русско-Балтийского щита, в том числе и Украинский кристаллический массив, вновь вступает в эпоху геосинклинального режима. На гнейсах отлагается новая серия типично геосинклинальных осадков, коренным образом отличающихся от осадков архея. Протерозойская геосинклиналь Украины принимает более типичный характер вытянутых впадин, в которых отлагались морские осадки. Ясно дифференцируются типично геосинклинальные области и платформы.

В протерозое происходит постепенное прогибание геосинклинали, с частой сменой условий накопления осадков. Прогибание геосинклинали явилось причиной нового излияния основных лав. Только этим можно объяснить чередование типично осадочных образований с сильно метаморфизованными эффузивами.

Всего в пределах Украинского кристаллического массива насчитываются остатки четырех меридиональных складчатых структур железисто-роговикового и сланцевого состава, относимых к протерозою. Структуры эти прослеживаются от районов Кривого Рога на западе до складчатых структур Орехово-Павлоградской полосы на востоке. Ширина геосинклинальной области составляет свыше 200 км.

Тектоническая структура кристаллических сланцев саксаганского типа резко отличается от архейских гнейсовых структур Украины. Саксаганские кристаллические сланцы смяты в серию сложных складок, на крыльях которых развиты складки второго и следующего порядков. Складкообразование сопровождалось интрузией гранитов.

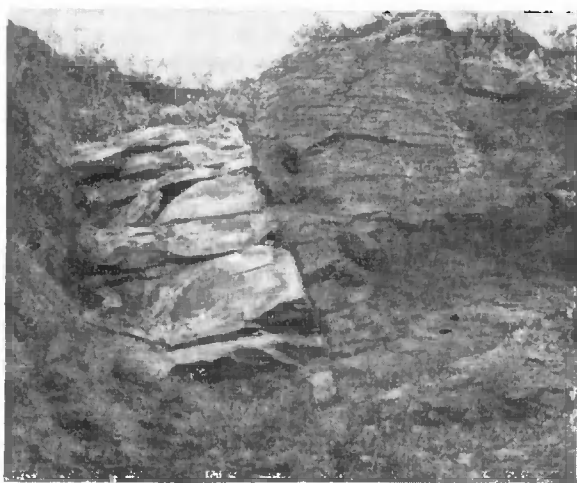
Затем в геологической истории массива наступает новый длительный период континентального режима, в течение которого большая часть саксаганских складчатых сооружений была уничтожена. К этому периоду относятся и изменения в минералогическом составе кристаллических сланцев, которые не могли не отразиться и на образовании рудных залежей среди железистых роговиков саксаганской серии.

Уже со второй половины протерозоя Украинский



Формы выветривания гранитов

кристаллический массив превращается в типичную платформу. Конгломераты, пироксилитовые и хлоритовые сланцы, кварциты и кварцевые песчаники овручской серии протерозоя, распространенной в северной части массива, залегают спокойно, со слабо выраженной складчатостью. Они лишь незначительно метаморфизованы, что также указывает на платформенный характер этих отложений. В конце протерозоя, как мы уже указывали, массив претерпел ряд расколов, по которым опускались его окраинные части. Погруженные окраинные части массива сделались достоянием мелкого протерозойского моря, которое и отложило овручскую серию пород. Во второй половине протерозоя в связи с разломными дислокациями кристаллического массива происхо-



Обнажение серых гранитов по реке Тетерев

дила мощная интрузивная деятельность, следствием которой явилось образование коростенского комплекса магматических пород — гранитов, рапакиви и габбро-лабрадоритов.

Такая сложная докембрийская геологическая история Украинского кристаллического массива, связанная с неоднократными и мощными горообразовательными движениями и внедрением поднявшихся с больших глубин магматических масс, обусловила богатство его минеральным сырьем.

Исключительно богат кристаллический массив каменными строительными материалами — многочисленные месторождения облицовочных, декоративных и строительных камней разбросаны по всей его территории. Украинские граниты, окрашенные в различные светлорозовые, серые, зеленоватые и красные цвета, можно добывать большими монолитами. Это — отличный архитектурный материал большой художественной ценности. Особую известность получили на Украине темнозеленые граниты рапакиви, обладающие красивым рисунком и прекрасной способностью к полировке. Крупнейшие месторождения таких гранитов расположены в Киевской и Черкасской областях и на Волыни.

Большой известностью пользуются украинские лабрадоритовые породы, залегающие в виде крупных массивов в Ровенской и Житомирской областях. Лабрадориты прекрасно полируются, дают замечательную игру цветов с радужной окраской. Это — чрезвычайно долговечный облицовочный материал. Широко известны светлосерые лабрадориты Украины, используемые как архитектурный камень.

На Украинском кристаллическом массиве располагается месторождение железных руд Криворожского бассейна. Высокое качество этих руд, их химическая чистота и весьма значительные запасы в недрах создали ему мировую известность.

Украина богата месторождениями пегматитов, которые встречаются в виде многочисленных жил среди гранитных массивов. Главным минералом пегматитов являются окрашенные в различные светлые цвета полевые шпаты, служащие основным сырьем фарфоро-фаянсовой промышленности. Следует отметить большие залежи овручского кварцита и пирофиллита, образующих сооружения древнего кряжа на севере Житомирской области. Эти породы широко использовались еще в Киевской Руси как архитектурный камень. Кварцит применяется также в качестве высокоогнеупорного сырья для производства dinasового кирпича.

С Украинским кристаллическим массивом связано большое количество месторождений каолинов. На протяжении всей своей длинной геологической истории кристаллический массив долгое время был сухой. Многие минералы, подвергшись химическому изменению, превратились в мелкодисперсное глинистое вещество, из которого образовались месторождения каолинов и огнеупорных глин. По всему кристаллическому массиву, от берегов Азовского моря до Волыни, разбросаны многие сотни таких месторождений, представляющих собой крупнейшую сырьевую базу для развития огнеупорной, керамической и многих других отраслей промышленности.

С. П. Родионов

Член-корреспондент Академии наук УССР
Киев

ОКПАНЫ

Среди обсохших участков дельты Сыр-Дарьи, ныне поросших пустынной растительностью, на довольно значительных площадях встречаются своеобразные просадочные формы микрорельефа — оригинальные трещины, носящие местное название «окпанов». Они имеют вид то довольно узких (15—20 см) щелей в почве, глубиною 0,3—0,5 м, то глубоких (1,5—1,7 м) и длинных (до 8—10 м) ям, шириною до 0,5—1 и даже 1,5 м. Густота окпанов бывает различной — до 700 на 1 га.

Часто окпаны образуются при попытках орошения участков дельты при первом же смачивании, там, где до полива их не было. Возникают они также и при сильных ливнях, изредка бывающих в этих

местах, а также при катастрофических половодьях очень редкой повторяемости.

Окпаны — значительная помеха для земледелия. Они поглощают большое количество поливной воды, легко фильтрующейся через обнаженный на дне трещин песчаный слой. Крупная трещина может проглотить всю воду мелкого оросителя, разрушить кавальеры и вызвать прорыв канала. Фильтрация продолжается до тех пор, пока иловатые частицы, заключенные в оросительной воде, не закальматируют лежащий под окпанами песок.

При образовании окпанов, в отличие от обычных просадок в лёссах, никакого нарушения горизонтальности слоев почвы не происходит. Лишь в ста-

рых, давно образовавшихся окпанах почва по краям трещины постепенно обваливается и склоны становятся более пологими.

Бывают случаи, что при образовании разветвленной трещины участок почвы между ее ветвями проваливается на дно. Но это не может быть вызвано суффозией, ибо, как правило, почвы здесь содержат мало легко растворимых солей. Нельзя объяснить появление окпанов и движением песка под почвой, так как остается совершенно непонятным, почему образуется трещина, а не катастрофические провалы всей поверхности почвы. Механизм же движения песка под почвой совершенно невозможно себе представить. Дело в том, что вытекание пльвуна может наблюдаться лишь на обрывистом берегу реки при спаде воды после паводка, когда грунт вытекает из обрыва вместе с грунтовой водой, вызывая обрушение берега. Но этот процесс распространяется лишь на несколько метров от края обрыва.

Для выяснения природы окпанов рассмотрим особенности их территориального размещения, условия накопления и свойства аллювиальных отложений этих мест.

Своеобразный микрорельеф встречается на слабоприподнятых участках дельты, поверхность которых сформировалась при слиянии прирусловых валов отмерших протоков. Ширина таких слившихся прирусловых валов достигает подчас многих километров.

Группы в этих районах слабо засолены. С поверхности здесь распространены лёссовидные аллювиальные суглинки мощностью 1—1,5 м, а иногда 3 м и более. Повсеместно они подстилаются мелкозернистыми пылеватými песками. Эти повышенные участки уже в течение многих лет не затоплялись, и в прошлом, в период отложения, здесь, очевидно, не было длительного застоя воды. Материал на валах вдоль русел отлагался из потоков, переливавшихся в паводок через прирусловый вал и стекавших в дельтовую пойму.

Условия развития растительности в тот период должны были быть сходными с условиями местообитаний близ ныне действующих протоков. Несомненно, на валах росли густые древесно-кустарниковые тугаи с обильным травянистым покровом. Паводковые воды, попадая в эти заросли, замедляли течение и отлагали между стеблями густой кустарниковой и травянистой растительности ил, который при этом получался как бы пронизанным бесчисленными стеблями и корнями растений, составлявшими своеобразный органический «скелет», занимавший не менее 10—20% его объема.

При отмирании протоки в данной части дельты уровень грунтовых вод понижался и влаголюбивая



Крупный старый окпан

тугайная растительность погибала. На некоторых протоках, деятельность которых прекратилась сравнительно недавно (Сауранбай, Бюрбай), еще сохранились отдельные куртинки тугаев.

На смену тугайной растительности приходят ксерофиты; поверхность отакиривающихся аллювиально-луговых почв одевается редкими кустиками пустынной растительности, а в некоторых местах, например вдоль русла Джана-Дарьи, лесами черного саксаула.

Ксерофиты обладают чрезвычайно мощной глубокой корневой системой. Но вследствие крайней изреженности растительного покрова общая масса корней в почве в ксерофитовых ассоциациях значительно меньше, чем у тугайной растительности.

В условиях сухого и жаркого климата сырдарьинской дельты органическое вещество разлагается очень быстро. Через несколько лет после отмирания корни и погребенные стебли тугайной растительности минерализуются, образуя в почве дополнительную пористость вертикального направления в виде множества то более узких, то более широких трубочек.

Пока грунт остается сухим, он способен выдерживать довольно значительные статические нагрузки: на нем возводятся жилые здания, проходит участок железной дороги и т. д.

При смачивании почвы, в которой масса корней и стеблей растений успела разложиться, образовав дополнительную пористость, капиллярное давление, развивающееся в первые же моменты увлажнения, может вызвать новое уплотнение почвы за счет этих пор.

Капиллярное давление, вызванное поверхностным натяжением воды, как известно,

может достигать весьма значительных величин (до 171—339 кг/см²)¹.

Сжатие, усадка почвы в грунтах с необычной, ориентированной вертикально пористостью будет приводить к образованию в почве вертикальных трещин и разрывов, в противоположность лёссовым просадкам, где оседание грунта происходит и в горизонтальном и в вертикальном направлениях.

На прирусловых валах действующих русел окпаны, как правило, отсутствуют, так как отмирающие корни и стебли растений в почве непрерывно замещаются новыми. Очевидно, участки, на

¹ См. А. Н. Розанов. Сероземы Средней Азии, 1951, стр. 190.

которых образовались окпаны, соответствуют прошлому месторасположению наиболее густых куртин тугая.

Освоение просадочных площадей составит значительные трудности. Мы полагаем, что эти участки необходимо предварительно заселить возможно более густой растительностью (может быть, саксаулом) и приступить к орошению после образования в почве густой корневой системы растений. Возможно, для этого понадобится несколько поднять уровень грунтовых вод, чтобы обеспечить питание глубоких корней растений. В противном случае, придется при использовании этих площадей считаться с необходимостью проведения работ по выравниванию и засыпанию окпанов, возникающих при первом же поливе.

В. М. Боровский

Кандидат сельскохозяйственных наук
Институт почвоведения Академии наук Казахской ССР
Алма-Ата

МЕРЗЛОТНЫЕ БУГРЫ В МОЛОТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

В районе селения Усть-Кишерть, Молотовской области, мы еще в 1943 г. обнаружили мерзлотные бугры, образовавшиеся в условиях сезонного промерзания почвы. Эти своеобразные формы рельефа находятся на первой террасе левого берега р. Сылвы, высота которой над меженным уровнем реки 3,5—6 м, наибольшая ширина 1,9 км. В основании террасы залегают галечники и пески мощностью до 9 м, выше находятся суглинки и глины мощностью в 3—5 м.

Расположенные между озерами-старицами Оброчным и Кислым мерзлотные бугры имеют прямоугольные, реже округлые очертания. Длина наиболее крупных из них 6,4—7,7 м, ширина 3—3,5 м, высота колеблется от 35—40 до 62 см. Бугры разделены бороздами, шириной в нижней части 20—30 см, ориентированными в двух основных направлениях—

параллельно и перпендикулярно береговой линии речки, вытекающей из озера Кислого. Бугры и борозды покрыты сверху тонким слоем дернины, ниже идут суглинки и глина. Меж-

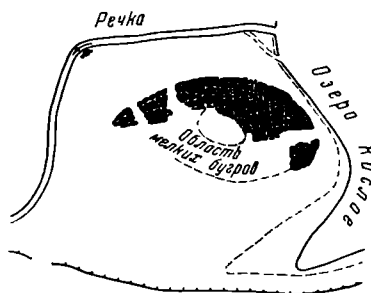
ду крупными буграми и уступом второй террасы расположены мелкие эмбриональные формы, округлые в плане с поперечником 0,7—1 м, при высоте 25—30 см.

Наблюдения в этом районе производились на протяжении ряда лет, начиная с 1943 г.

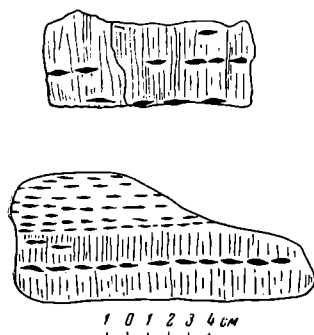
В мае 1943 г. бурением в одном из бугров на глубине 30 см была обнаружена линза льда толщиной в 20 см, в июне лед растаял, а на поверхности повышения образовалась небольшая термокарстовая западинка.

Раскопки, произведенные в ноябре — декабре 1946 г., показали, что бугры промерзли на 27—40 см. В мерзлом слое имелись прожилки льда толщиной до 5 мм и пустотки, заполненные кристаллами льда. Ниже мерзлого слоя суглинки были сильно увлажнены. Весной 1947 г. превышение бугров над прибрежной полоской составляло 1 м, высота бугров 60 см; в центральной части они оттаяли на большую глубину, чем на окраине. Мелкие формы оттаяли до основания. При раскопке или при оттаивании края морозобойных трещин на глубине 38—48 см обнаружены прослойки льда толщиной в 4—6 см. Летом высота бугров уменьшилась, и на их поверхности появились термокарстовые западинки.

В конце ноября 1947 г. высоты бугров по сравнению с летним временем увеличились, и на их поверхности появились вздутия меньшего размера (второго порядка), а также небольшие трещины, по которым центральные части несколько поднялись.



План мерзлотных бугров



Строение льда из бугров (черные линзы — суглинок)

Наши наблюдения дают следующую картину изменения по временам года. С установлением низких температур высота бугров увеличивается. В начале зимы их поверхность обычно свободна от снега, так как незначительное количество выпавшего снега сносится в борозды и приобретает микробугристый рельеф. В почве образуются гнезда и прослойки льда. В зимний период происходит нарастание льдистых прослоек, и в начале весны они достигают толщины в несколько сантиметров. На поверхности появляются морозобойные трещины. Весной мерзлый слой начинает оттаивать, и высота бугров уменьшается.

Площадь, занятая буграми, с 1943 по 1946 г. увеличилась. Они появились и в изгибе реки. Таким образом, процесс образования бугров продолжается. Одновременно с возникновением новых форм происходит разрушение старых путем дробления их трещинами. Подобные формы рельефа могут образоваться в районах с глубоким промерзанием почвы, при неглубоком залегании водонепроницаемых слоев. Такие слои создают условия для сильного увлажнения вышележащих грунтов. В этом случае мерзлотные бугры образуются, вероятно, аналогично дорожным пучинам. Вспучивание грунтов ряд исследователей объясняет перемещением воды в связанных грунтах из талого горизонта в мерз-

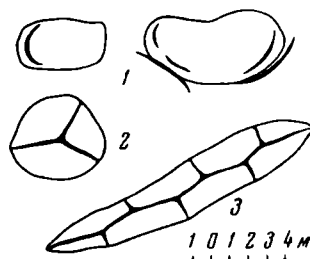
лый, где она превращается в кристаллы льда и ледяные линзы, вследствие чего объем грунта увеличивается. При образовании пучин важную роль играют малоснежные морозные зимы и наличие периодов длительного повторного замораживания после частичного оттаивания. В гидрогеологическом отношении пучины связаны с высоким уровнем грунтовых вод, наличием застоя или подтока этих вод к месту пучин.

Образование наблюдавшихся нами бугров можно объяснить следующим образом.

С установлением низких температур вода по капиллярам перемещается в верхние слои грунта, где образуются вначале кристаллы, а затем и линзы льда. Объем грунта увеличивается. Появляется система морозобойных трещин, разбивающих поверхность почвы на отдельные бугорки. При оттаивании высота бугорков уменьшается, но трещины сохраняются, превращаясь в борозды. Замораживание в последующие годы вызывает только рост бугров в высоту.

Описанные бугры не единственные в Усть-Кишертском районе. Мы охарактеризовали наиболее типичную их группу с эмбриональными формами. В 1951 г. подобные мерзлотные бугры обнаружены и в окрестностях г. Молотова.

Профессор Г. А. Максимович,
К. А. Горбунова
Молотовский государственный университет
им. А. М. Горького



Морозобойные трещины: 1 — на буграх, 2 — в блюдцеобразном понижении, 3 — на валах на первой террасе р. Сылвы

ТРУСКАВЕЦ

За Львовом степные просторы постепенно переходят в заболоченные долины и лесные чащи. Чем дальше на запад, тем все выше и стройнее поднимаются леса. Они покрыли холмы, отроги и горы Прикарпатья. Природа щедро убрала этот край стройными елями, березами, дубами, грабами. Часто в лесу преграждают пешеходу путь речушки и многочисленные ручьи, пополняющие небольшие озера и заливающие обширные луга.

В Прикарпатье много минеральных источников, разных по химическому составу и вкусовым каче-

ствам их вод. Недалеко один от другого встречаются источники, горькие, соленые, кислые и просто с вкусной питьевой водой. У «мягких ключей» еще в глубокую старину поселялись украинцы, которые корчевали девственные леса и на плодородной земле разводили сады, огороды и ягодники.

Много десятков лет тому назад в глухом лесу, в девяти верстах от г. Дрогобыч, у питьевого источника вырос хуторок. На плодородной почве росла здесь удивительно крупная клубника, называемая по местному «трускавкой». Впоследствии поселок



Окраина города Трускавца

(Фото Г. Макарова)

назвали Трускавдом. Здесь, кроме ключа, дающего вкусную питьевую воду, оказалось много лечебных источников. В 1827 г. один австрийский предприниматель построил в поселке первое ванное здание. С той поры Трускавецкий курорт начал развиваться. Здесь строили свои дачи австрийские капиталисты и польские паны, а простой украинский народ все дальше и дальше отселялся с родных земель.

Замечательные лечебные источники, дающие разную по химическому составу воду, завоевали курорту мировую славу. С 1827 по 1887 г. в Трускавце было открыто 11 минеральных источников, из них 6 питьевых, остальные используются для ванн.

Лишь после воссоединения Западной Украины с Советской Украиной Трускавецкий курорт стал достоянием трудящихся. До этого курортом пользовались лишь капиталисты, высокопоставленная знать. Ныне в Трускавце ежегодно лечится более 20 тыс. больных. Здесь они избавляются от тяжелых недугов: болезней почек и печени, желудочно-кишечных заболеваний и ревматизма.

Курорт находится на сравнительно небольшой высоте — 400 м над уровнем моря. Климат на курорте мягкий, умеренно влажный, здравницы функционируют круглый год. Лето здесь не жаркое и зима мягкая: самая высокая средняя месячная температура в июле ($+18^\circ$), средняя температура января — 4° , -5° . За год в среднем выпадает 700 мм осадков, больше всего их бывает в июле.

Во многих местах западных областей Украины ведутся торфяные разработки, на базе которых

можно организовать еще и лечение торфяными аппликациями. Озокерит, добываемый в Драгобычской области, обладает большой теплоемкостью и антибиотическими свойствами и широко применяется в лечебной практике на курорте.

Самую большую славу завоевал у больных почечно-каменной болезнью слабо минерализованный источник «Нафтуса», открытый в 1851 г.; он назван так потому, что его воды имеют нефтяное происхождение. Источник дает гидрокарбонатно-кальциево-магниевую воду с незначительным содержанием сероводорода, употребляемую для питья по назначению врачей. «Нафтуса» резко повышает выделение с мочой азотистых веществ, усиливает выведение шлаков из организма, мочевых камней и даже камней. Эта вода

повышает желчеобразовательные и желчевыделительные функции, излечивает желчные пути и печень. Источник № 1 — хлоридно-сульфатно-натриевый — содержит железо, его питьевая вода применяется при лечении гастритов и язвенных болезней желудка и двенадцатиперстной кишки. Источник № 3 — хлоридно-сульфатно-натриевый, высокой минерализации — применяется для полоскания горла и ингаляций. Многие источники Трускавца содержат сероводородно-хлоридно-натриевые рассолы, которые применяются для приготовления лечебных ванн.

Большинство источников — это неглубокие колодцы и шахты, откуда вода перекачивается в водолечебницу по трубопроводам.

В период Великой Отечественной войны Трускавец разграбили немецкие оккупанты и их вассалы. Теперь лечебные учреждения заново восстановлены и оснащены современной лечебной и диагностической аппаратурой и оборудованием. На курорте функционирует межсанаторная водолечебница с серными, углекислыми и рапными ваннами. Работает на полную мощность озокеритная лечебница на 50 мест, электро-светолечебница, рентгеновское отделение. Курорт оснащен клинико-диагностической, биохимической, бактериологической и санитарно-гигиенической лабораториями.

В Трускавце всего 13 здравниц. Среди них «Хрустальный дворец» Министерства здравоохранения УССР на 120 мест — здесь лечат болезни желудочно-кишечного тракта, печени и почек. Хорошо оборудованный санаторий «Трускавец» Министерства неф-



В окрестностях курорта Трускавец. Отдыхающие на экскурсии

Фото Г. Макарова



Окрестности курорта Трускавец. Дорога к озеру Помярки

Фото Г. Махарова

тяной промышленности СССР рассчитан на таких же больших. В урологическом санатории № 2 сто пятьдесят мест. Лечебные учреждения на курорте с каждым годом все расширяются.

Все медицинское обслуживание в Трускавце строится на основе учения И. П. Павлова. Здесь лечат не отдельные органы в отдельности, а весь организм в целом. Для этой цели используется комплексное лечение больного. Сюда входят: диетическое питание, водолечение, применение озокеритовых аппликаций, использование природных факторов, лечебная гимнастика.

При Советской власти Трускавец с каждым годом все больше хорошеет. Курорт благоустраивается. Только в 1954 г. Правительство отпустило на благоустройство курорта более миллиона рублей. Успешно ведутся разведывательные работы, открыто два новых источника, вода которых сейчас исследуется. Есть предположения, что вода новых источников обладает некоторыми отличительными химическими и физическими свойствами по сравнению с существующими лечебными водами.

Весной 1953 г. в центре курорта, у центрального бювета минеральных источников, был заложен новый парк. Высажено более 25 тыс. древесных и кустарниковых декоративных пород, множество «ковровых» цветов. Во всех скверах на лето выставляются редкие субтропические культуры: пальмы кокосовые,



В окрестностях Трускавца

Фото Г. Макарова

китайские веерные пальмы, мексиканские агавы и другие представители жарких стран.

Прошли те мрачные времена, когда здесь господствовали эксплуататоры. Народы западных областей Украины почувствовали настоящую заботу родной Партии и Советского правительства об их благосостоянии и культуре. В городе лучшие здания занимают санатории, школы и библиотеки. Трускавчане вместе со всем советским народом отдают все свои силы и способности на преобразование родного города в благоустроенный передовой курорт.

В. М. Коновалов
Сочи

О ФИТОНЦИДАХ ЧЕРЕМУХИ

Летучие фракции фитонцидов черемухи, выделяющиеся из свежих зеленых листьев или коры, почек и ядер косточек плодов, быстро убивают на расстоянии различные виды насекомых. Не только весной и летом, но также осенью и зимой, различные части черемухи обладают этими токсическими свойствами. Наиболее губительно действуют в течение всего года фитонциды почек, коры ветвей, ствола и корня. Фитонциды ядра косточек действуют сильно только осенью, а лист зеленый, свежий — весной и летом. Меньшей силой обладают цветоножки во время цветения и лепестки цветков весной.

Сильным токсическим действием обладают почки и ядра из косточек. Так, в опытах почки весом в 60 мг или 4 ядра весом в 80 мг, взятые от живых растений, в пробирке объемом в 20 см³ убивают на расстоянии 5 см и более малярийных комаров, москитов, мошек, комнатную муху и осеннюю жигалку через 10—40 сек. Действие проявляется через воздух. От коры веток черемухи личинки кровососущих комаров *Anopheles*, *Culex*, *Aedes*, а из ракообразных — дафнии и циклопы, находящиеся в воде на глубине до 2—3 см, гибнут через 20 мин.

Иксодовые клещи тоже гибнут от черемухи, но через более длительный срок, чем насекомые. Так, у *Ixodes ricinus persulcatus* личинки (голодные) и самцы погибают через 7—10 мин., самки (голодные)—через 25—30 мин. Токсичная концентрация летучих фракций черемухи получалась при измельчении растений ножом или в фарфоровой ступке в навеске 1 г на 50 см³ воздуха в чашках Петри или пробирках.

Заинтересовавшись обнаруженными свойствами черемухи, мы пробовали использовать ее в энтомологической морилке — стеклянной банке емкостью в 100 или 200 см³, которая заряжалась соответственно 5—10 г мелко измельченных свежих зеленых листьев или коры веток. Растительная каша, быстро приготовленная, тотчас помещалась на дно банки и иногда прикрывалась сверху марлей. Банка плотно закрывалась корковой пробкой. В течение нескольких часов такая морилка, при неоднократном открывании, действовала хорошо и быстро убивала различные виды насекомых, в том числе двукрылых, перепончатокрылых, прямокрылых, жесткокрылых и даже таких крупных бабочек, как молочайный бражник. В качестве небольших дополнительных морилок мы применяли пробирки, помещая в них черемуху на дно, например на одну треть пробирки.

При помощи специальной пробы на синильную кислоту мы провели ряд опытов и получили резкие показатели наличия ее в воздухе в пробирках, банках и чашках Петри, на дне которых находилась каша из черемухи *Padus racemosa*.

Использование черемухи в качестве яда для насекомых тем более интересно, что сама она нередко служит объектом нападения некоторых видов насекомых. Около 30 видов цианостойчивых растительноядных насекомых и клещей повреждают черемуху. Среди них: гусеницы некоторых видов бабочек-я-

дениц, личинки пилильщиков и жуков, которые объедают листья черемухи; тли, свертывающие листья; растительноядные клещи, образующие галлы; жуки-долгоносики, червецы, короеды, повреждающие цветы, плоды, побеги, стволы и ветки черемух.

На Украине, в лесостепных районах Киевской области, в начале июля в лесу на деревьях черемухи мы наблюдали в изобилии поврежденные плоды. При вскрытии косточек во многих из них обнаружен жук-долгоносик *Furcipes rectirostris*. Личинка жука выедает ядро косточки, там же окукливается и переходит в имагинальную фазу. Через небольшое отверстие жук выползает из косточки, предварительно обжев высунутым хоботком мякоть плода у края отверстия и тем самым расширив его. Вышедшие жуки вполне активны. Летучие фракции фитонцидов черемухи на них не действуют. Помещенные в пробирки с кашей из ее листьев жуки ведут себя спокойно и даже копулируют.

В лесу мы наблюдали также черного дрозда и дубоноса, питавшихся плодами черемухи. Черный дрозд поедает мякоть плодов, выбрасывая косточки, а дубонос, разгрызая косточку, съедает только ядра плодов.

При изучении насекомых обычно применяют энтомологическую морилку, представляющую собой банку с прямыми боковыми стенками, плотно закрываемую корковой пробкой. В качестве отравляющего вещества применяется твердый яд, например цианистый калий или жидкие летучие вещества — эфир, хлороформ, — несколькими каплями которых время от времени смачивают дно энтомологической морилки. Для умерщвления насекомых и других членистоногих, в особенности при сборах их в коллекции, на основе вышеописанного опыта следует более широко испытать применение черемухи в свежем виде. Срезанные ветки с листьями больше недели сохраняются в сосуде с водой.

Н. О. Оленев

Кандидат биологических наук
Ботанический институт им. В. Л. Комарова
Академии наук СССР

НОВЫЙ СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ СЕВЕРА

Климатические условия Мурманской области, большая часть территории которой расположена за Полярным кругом, весьма суровы. Здесь почти полгода царит ночной мрак. Совсем недавно это была безлюдная холодная пустыня. Но советские люди под руководством Коммунистической пар-

тии вдохнули жизнь в этот край. Сейчас успешно развивается промышленность, растут новые населенные пункты. Естественно, что вслед за этим должно развиваться и сельское хозяйство. Суровые климатические условия, однако, препятствуют продвижению земледелия на север, но эти препятствия при помощи

науки и техники могут и должны быть преодолены. В этом направлении уже многое сделали научные работники полярной опытной станции. Однако предстоит еще изучить не только растения с их агротехникой, но и почвы Севера.

Как известно, почвы севера, за исключением болотистых, бедны органическими веществами. Вследствие этого они имеют светлосерую окраску и поглощают мало лучистой энергии солнца. Почвы севера слабо нагреваются с поверхности и еще слабее прогреваются в глубину. По этой причине деятельность почвенной микрофлоры ослаблена, и мобилизация питательных веществ почвы для растений протекает весьма медленно. Таким образом, растения в условиях Крайнего Севера не удовлетворяют своих потребностей в важнейших факторах роста — тепле и пище. Возможно ли улучшение условий для развития и роста растений на Севере? Наши наблюдения и опыты в Мурманской области — на полях совхоза зелентреста и ст. Апатиты — в течение четырех лет (1949—1952 гг.) показывают, что все это возможно. Прежде всего необходимо придать почве черный цвет и, таким образом, повысить коэффициент поглощения ею тепловой энергии солнца. Окраска почвы в черный цвет производилась печной сажой, черноземом и торфяным порошком. Приводимая ниже таблица характеризует влияние цвета почвы на ее температуру.

Как видно из таблицы, почвы, окрашенные в черный цвет, лучше нагреваются и лучше прогреваются в глубину, чем почвы светлосерые и белые. Интересно, что цвет почвы играет важную роль в ее температурном режиме и при пасмурной погоде. Черные почвы в пасмурную погоду, как и в ясную, лучше нагреваются, чем светлые почвы. Следовательно, они поглощают больше лучистой энергии солнца и при рассеянной радиации. Необходимо отметить и такой любопытный факт. На высоте 50 см температура воздуха над почвой, окрашенной в черный цвет, в безветренную погоду на 3—5° выше, чем над почвой, окрашенной в белый цвет, и на 2—3° выше, чем над почвой светлосерой, естественной. Отсюда следует, что почвы черные не только сами лучше нагреваются, чем светлосерые почвы, но способствуют и лучшему нагреванию надпочвенного воздуха, что

Время наблюдения	Глубина в см	16/VII 1950 г.; погода ясная			17/VII 1950 г.; погода пасмурная		
		Температура поверхности почвы в градусах					
		светлосерой, естественной	черной, покрытой сажей	белой, покрытой мелом	светлосерой, естественной	черной, покрытой сажей	белой, покрытой мелом
10 час.	0	23,6	26,0	14,6	13,2	13,3	10,4
	20	9,9	10,4	8,5	10,2	11,2	9,2
13 час.	0	26,5	35,5	16,3	16,8	21,3	11,8
	20	10,5	11,8	8,8	10,0	11,3	9,4
14 час.	0	26,3	36,5	16,0	19,7	25,7	11,8
	20	10,5	12,0	8,8	10,4	11,3	9,5
16 час.	0	25,6	31,8	15,1	22,0	27,0	16,5
	20	11,0	12,3	9,1	10,4	11,4	9,5
18 час.	0	16,3	18,7	12,1	19,0	26,0	15,0
	20	11,2	12,8	9,2	10,5	11,5	9,5

очень важно для культуры растений в условиях Крайнего Севера.

Проведенные нами наблюдения показали также, что нагреваемость и температура почвы увеличиваются с уменьшением их влажности. Почвы с рыхлым сложением на поверхности лучше нагреваются, чем почвы с плотным сложением. Окрашивание почвы в черный цвет вызывает повышение ее температуры и при наличии растительного покрова. И в этом случае, вследствие улучшения теплового режима почв, условия для микробиологических процессов и для развития сельскохозяйственных культур становятся более благоприятными. В почве увеличивается количество азотной и фосфорной пищи для растений, повышается их урожай.

Таким образом, как показали наши опыты в условиях Мурманской области, окрашивание почв в черный или темный цвет является весьма важным мероприятием, позволяющим повысить коэффициент поглощения и использования лучистой энергии солнца почвами, утеплить их и создать более благоприятные условия для плодородия почв.

Практически изменение светлосерых почв Севера в черные или темные возможно двумя путями: окрашиванием и мульчированием поверхности почв черным порошком (печная сажа, компост, торфяной порошок и др.), и агротехническим изменением самих почв, в результате чего они приобретут естественную черную окраску и улучшат свои тепловые свойства.

Профессор П. Г. Адеришин
Воронежский государственный университет

РЯБИНУ — В ПЛОДОВЫЕ САДЫ

Рябина, принадлежащая к семейству розоцветных (*Rosaceae*), — всем хорошо известное красивое дерево, с овальной кроной, с желтовато-белыми, сильно пахучими цветами, собранными в крупные зонтикообразные соцветия, и с яркими неоппадающими ягодами. Это дерево издавна пользуется у населения большой симпатией. С ним исстари связывалась добрая примета — произрастание на усадьбе рябины приносило якобы благополучие дому. Нельзя не отметить высоко декоративных качеств рябин: особенно красивы они в период полного их цветения и во время созревания плодов.

Рябина хорошо растет во многих районах, в том числе в средней полосе и в северных областях Советского Союза. Отдельные виды рябин включены сопутствующей породой для посадки в Государственные лесные полосы.

Не последнее место отводится рябине и в ландшафтно-декоративном озеленении: ее часто можно видеть отдельными группами или в солитерных посадках, размещенных на парадных местах в парках и садах.

Рябина — любимое дерево на приусадебных участках населения городов и сельских местностей.

За последние годы выведено большое число гибридов, разновидностей и красивых садовых форм, представляющих по своей декоративности большой интерес для озеленителей. Большинство древесно-декоративных питомников очень внимательно отнеслось к новым рябинам, и, наряду с выращиванием обыкновенной рябины, в них размножаются также и привитые формы.

Большую ценность по декоративным качествам представляют рябины: Плакучая, Шведская, Скандинавская, или Средняя, Дуболистная, Моравская, в частности ее разрезнолистная форма — Пекинская, листья которой осенью окрашиваются в желто-оранжево-красные тона, Мучнистая с одиночными (простыми) беловато-серыми пушистыми листьями и др.

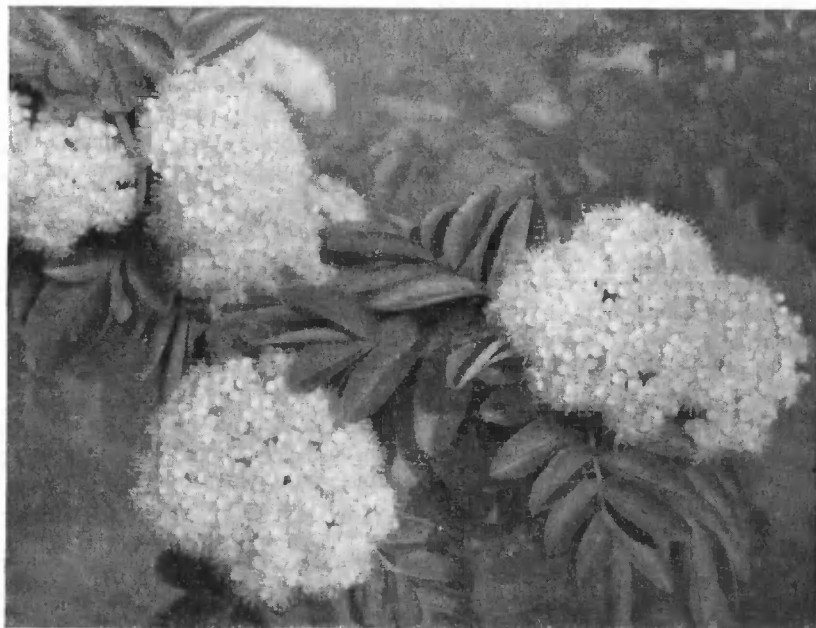
В настоящее время есть много гибридов, выведенных И. В. Мичуриным, много разновидностей и сортов рябины с плодами, обладающими прекрасными вкусовыми качествами. Поэтому они представляют собой очень большую ценность в плодово-ягодном садоводстве. Рябины могут и должны быть включены в ассортимент плодовых деревьев колхозно-совхозных садов и приусадебных участков колхозников, рабочих, служащих.

Горькие и терпкие плоды обыкновенной рябины во многих городах Тульской, Калужской и других областей нашей родины шли в свое время на переработку в больших масштабах, для чего проводились массовые заготовки сырья.

Следовательно, если находили выгодным перерабатывать горькие плоды рябины, то плоды сладкие, высоких вкусовых качеств, тем более должны найти широкое использование для переработки их в витаминные пастилы, повидло, желе, мармелад и пр.

Размещать рябины в садах и на приусадебных участках надо по их окраинам; можно отводить рябине и отдельные участки.

Отрицательное отношение некоторых садоводов к ря-



Рябина в цвету

бине сложилось в связи с тем, что эти деревья привлекают вредных насекомых, наносящих одинаковый вред и рябинам, и яблоням. Таким вредителем является, например, «рябиновая моль» (*Argyresthia confusella*), которая в годы большого размножения ее и неурожая рябин нападала на яблони и наносила ощутимый ущерб урожаю. Однако если сады оставить без ухода и без проведения необходимых мер борьбы с вредителями, они больше могут пострадать от яблоневой плодовой жоржки, яблоневых долгоносиков и прочих специфических вредителей, чем от рябиновой моли.

Но в настоящее время у нас есть совершенные химические средства, применение которых полностью гарантирует сохранение всего урожая как яблонь, так и рябин.

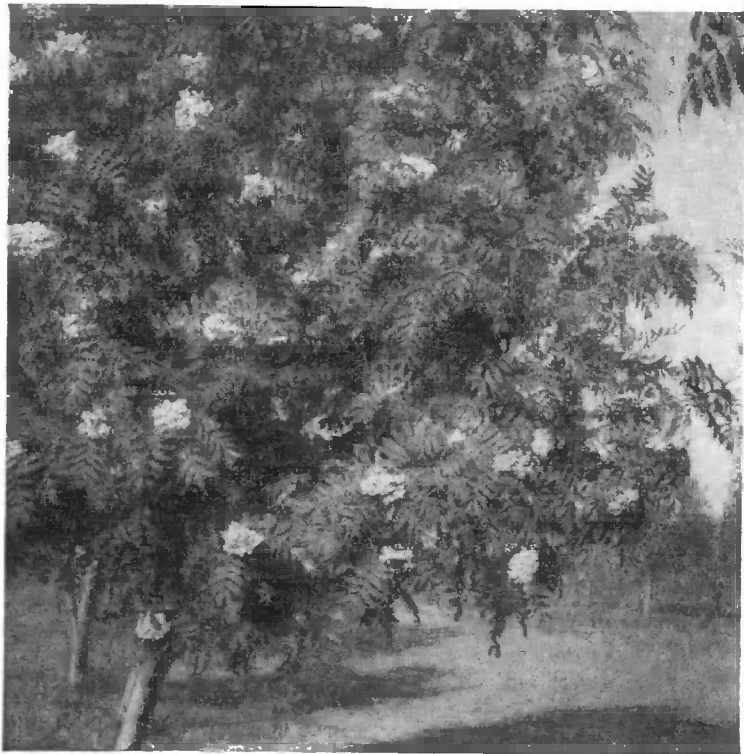
Рябины ежегодно дают хороший урожай и рано (с 4-х лет) начинают плодоносить. Сладко-кисловатые плоды сортовых рябин содержат сахара от 11 до 17,5%, имеют высокие вкусовые качества, богаты витамином С и значительным количеством полезных для организма лимонной и яблочной кислот.

Средний сбор плодов с одного взрослого дерева достигает 50—60 кг, что составляет до 30 т валового сбора рябиновых ягод с 1 га.

Рябины — богатые медоносы: 1 га плодоносящих деревьев может дать сбор меда до 0,5 т за сезон главного взятка.

Из рекомендуемых мичуринских гибридных сортов следует отметить рябины: Ликерная — *Sorbus aronia*. Плоды ее черные, сладкие; сорт высокоурожайный, рябина очень морозостойка. Гранатная — гибрид рябины обыкновенной и боярышника (*Crataegus sanguinea*); плоды очень крупные, гранатово-красные, кисло-сладкого вкуса, без горечи. Бурка (*S. alpina* Schn.), плоды крупные, сладкие, красно-бурого цвета, урожайность высокая. Десертная — получена от скрещивания рябины Ликерной с мушмулой (*Mespilus germanica* L.). По вкусовым качествам плодов — одна из лучших рябин; дерево низкое, плоды красные, по форме похожие на мушмулу, средней величины, с очень слабой, пикантной горечью.

Кроме указанных мичуринских рябин, заслуживает внимания рябина Моравская (*S. aucuparia*,



Плодоносящая рябина

var. *moravica* Zeng.) в качестве плодового дерева для южных районов средней полосы СССР. Имеет сладкие плоды с небольшой кислотностью. Широко славится и старинный сорт Невежинская рябина (*S. aucuparia rossica*). Она давно и успешно используется в ликерно-водочном производстве. Плоды ее сладкие, красно-оранжевого цвета. Сорт весьма урожайный.

Таким образом, ассортимент рябин как для производственных, так и садовых насаждений достаточно велик. Рябины нетребовательны к агротехнике. Для нормального роста и получения высоких урожаев они требуют открытого солнечного места. Размещение рябин с расстоянием в 4—5 м между деревьями нужно признать вполне нормальным.

Лучше всего рябина растет на легких суглинках, с добавлением при посадке в ямы не менее 25% черноземно-дерновой и перегнойной почвы. На тяжелых суглинках и глинистых почвах необходимо, кроме растительной земли, добавить до 1/3 части выветрившегося торфа и перегноя.

Правила посадки и ухода за рябинами аналогичны с правилами культуры яблонь, груш и т. д.

Со сбором созревших плодов рябины медлить не следует. Кисти могут дозревать в нежилом помещении, на чердаках, на стеллажах, развешенными на жердях.

И. В. Мичурин очень интересовался рябинами и

посвятил не мало труда их улучшению. Действительно, это нетребовательное дерево должно привлечь гораздо большее, чем до сих пор, внимание руководителей сельскохозяйственных организаций и широкого круга любителей плодового сада.

И. В. Цицугин

Главный ботанический сад Академии наук СССР

НОВЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗА РАЗМНОЖЕНИЯ ТЛЕЙ

Тли — весьма своеобразная группа полиморфных насекомых; почти все виды этой группы появляются в природе в имагинальной стадии как с вполне развитыми крыльями, так и в бескрылом состоянии, без всяких наружных признаков летательного аппарата.

В литературе имеются указания, что развитие крыльев у тлей происходит лишь в случае ухудшения условий их существования¹.

С общебиологической точки зрения развитие крылатой формы тлей при неблагоприятных условиях среды весьма понятно в качестве адаптивного явления. Бескрылые тли обладают весьма малой подвижностью и большой потенцией к размножению. Способность к быстрому массовому размножению, наряду со значительной плодовитостью и коротким периодом онтогенеза, у них усиливается партеногенетическим развитием летних поколений. Быстрый нарастание численности бескрылых тлей на питающем растении неизбежно должно было бы повести к их перенаселению на этом растении, а все возрастающий недостаток пищи должен был бы повести к вымиранию их на данном растении. Развитие же крыльев позволяет тлям расселяться и находить новые, более благоприятные условия для дальнейшего существования.

Неблагоприятные условия существования дают толчок к развитию имагинальных крыловых дисков, находящихся в боковой части средне- и заднегруди с внутренней стороны кожных покровов. Зачатки крыльев выворачиваются наружу и затем развиваются в крылья.

Условия среды, оказывающие угнетающее действие или, наоборот, способствующие размноже-

нию тлей, весьма разнообразны. Это не только условия питания, но и влияние температуры, влажности, осадков и многие другие факторы. Следует при этом подчеркнуть, что различные факторы окружающей среды могут воздействовать на темпы размножения тлей далеко не одинаково при различных их комбинациях. Например, одинаковая температура при разной влажности или одинаковая влажность при разных температурах должны производить разное воздействие. Это обстоятельство крайне затрудняет анализ факторов окружающей среды для прогнозов массового размножения насекомых; к тому же требуется тесная увязка с метеорологическими прогнозами. Между тем прогнозы массового размножения вредных видов насекомых, в том числе и тлей, очень важны для правильной организации борьбы с ними.

Поскольку развитие крылатости тлей является ответом организма на весь комплекс ухудшающихся условий существования, как бы ни был многообразен и сложен этот комплекс, представляется возможным использовать весьма удобные морфологические показатели для прогнозов их размножения. Наружные зачатки крыльев у личинок тлей появляются уже со второго личиночного возраста (всего у них 4 возраста). Даже при самых оптимальных условиях индивидуального развития тлей продолжается минимум 3—5 дней, следовательно, уже по крайней мере за 3—5 дней можно вперед предсказать, будет ли увеличиваться количество тлей на данных растениях (на полях или садах той или иной культуры данного района), или, наоборот, можно ожидать через соответствующий срок миграции тлей с этих растений. Для большинства видов тлей и местностей Советского Союза этот срок прогноза должен быть значительно большим — 7—10—15 дней.

Мы попытались произвести двухлетнюю практическую проверку этих теоретических соображений в Ташкентской области в отношении хлопковой тли (*Aphis frangulae* Koch.) на хлопковых полях и акациевой тли (*Aphis laburni* Kltzb.) на белых ака-

¹ См. H. J. Reinhard. The Influence of Parentage, Nutrition, Temperature and Crowding on Wing Production in *Aphis gossypii* Glov. Texas Agric. Experiment. Station, Bull. 353, College Station, Texas, 1927; А. А. Попова. О причинах перелета у тлей, «Энтомологическое обозрение», т. XXXI, 1950, № 1—2; Г. Я. Бей-Биенко, В. Н. Шеголев и др. Сельскохозяйственная энтомология, 1949.

циях и хлопковых посевах. Наши теоретические соображения полностью подтвердились на практике.

Массовый учет тлей на полях и белых акациях (акациевая тля до перелетов на хлопчатник размножается в массе на этих деревьях), произведенный в Янги-Юльском, Карасуйском, Орджоникидзеvском районах Узбекистана и в г. Ташкенте, показал следующее: при наличии на полях или деревьях тлей с наружными зачатками крыльев не свыше 25—30%, через 7—10 дней следует ожидать нарастания численности тлей; в тех случаях, когда тлей с наружными зачатками крыльев насчитывается свыше 40—45%, в данном месте через 7—10 дней происходит снижение численности тлей. В зависимости от количества личинок тлей с зачатками крыльев могут быть предсказаны и темпы нарастания или снижения их численности в данном месте¹.

¹ См. В. В. Яхонтов. К биологии, экологии и хозяйственному значению хлопковых тлей. «Хлопковое дело», Ташкент, 1930, № 10—11, стр. 1205—1211.

Сроки прогнозов появления этих тлей хорошо согласуются с ранее изученной быстротой их развития.

При определении процента тлей с зачатками крыльев не должны учитываться личинки тлей первого возраста, поскольку еще нельзя определить, появятся ли у них зачатки крыльев.

Так как условия жизни тлей на различных участках полей не вполне идентичны (из-за различной микроклиматической, почвенной обстановки и т. д.), пробы для определения процента личинок тлей с зачатками крыльев должны быть взяты из различных мест. Практически для хлопчатника оказалось достаточным взять с поля размером до 1 га образцы в 1000 экземпляров тлей, собранных с растений через равные промежутки при прохождении по двум диагоналям поля. При сборе тлей их необходимо сразу же на поле помещать в спирт или другие фиксирующие жидкости, так как у личинок, взятых живыми для последующего лабораторного анализа, в течение полусуток и тем более суток появляются наружные зачатки крыльев.

Профессор В. В. Яхонтов

Ташкентский сельскохозяйственный институт

О ПРИСПОСОБЛЯЕМОСТИ ЖИВОТНЫХ К УСЛОВИЯМ ПЕРЕСЫХАЮЩИХ ВОДОЕМОВ

Весной в поймах рек, в канавах, в воронках эрозионного происхождения, по дорогам, в низменных местах и на сенокосных угодьях после таяния снега скапливается вода. Открытая почва интенсивно поглощает солнечное тепло, мелководные водоемы быстро прогреваются, и в них пробуждаются к жизни многочисленные организмы. Обычно многие из этих водоемов к середине июня, а некоторые даже в начале июня полностью зарастают растительностью и высыхают.

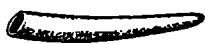
В результате длительного эволюционного развития население временных водоемов приобрело ряд характерных приспособлений для жизни в условиях быстрого пересыхания. Н. Воронков, Б.С. Грезе и В.И. Жадин¹ указывают, что развитие этих приспособлений шло в двух направлениях — к перенесению временного высыхания и короткому сроку существования луж.

¹ См. Н. Воронков. К биологии мелких водоемов, Труды гидробиологической станции на Глубоком озере, т. 3, 1910; Б.С. Грезе. К биологии мелких периодических водоемов, «Русский гидробиологический журнал», т. VIII, 1929, № 1—3; В.И. Жадин. Виды адаптаций пресноводных животных к условиям существования и их значение в эволюции, «Природа», 1950, № 7, стр. 38—42.

Ярким примером животных, которые приспособлены к тому, чтобы переносить временное высыхание водоема, может служить малый прудовик, относящийся к отряду легочных моллюсков. Он часто встречается в реках, пойменных лужах, в пересыхающих овражных ручьях, в канавах, в лесных водоемах по просекам и проселочным дорогам.

Малый прудовик, являясь необходимым звеном в биологической цепи печеночной двуустки, способствует развитию глистной болезни у овец и крупного рогатого скота, редко у человека. Широкое распространение малого прудовика в пересыхающих водоемах объясняется высоким содержанием воды в тканях его тела. Благодаря этому прудовик длительное время может находиться в безводных условиях, постепенно испаряя собственный запас влаги. Это активное приспособление возникло у малого прудовика под воздействием своеобразной среды временных водоемов¹. Медленному испарению за-

¹ См. Г. Л. Шкорбатов. Влияние условий среды на физиологические особенности близких форм пресноводных моллюсков. «Доклады Академии наук СССР», новая серия, т. LXX, 1950, № 6.



Чехлик колчанки
(*Limnophilus vitatus*).
Натуральная величина

паса воды способствует и плотное приклеивание прудовика к субстрату при помощи выделяемой им слизи. Кроме того, после длительного пребывания без воды, при благоприятных условиях, прудовик способен сразу же приступить к откладке яиц, из которых через десять дней развивается молодь, столь же хорошо приспособленная к высыханию, как и взрослые особи.

Знание биологических особенностей малого прудовика определяет эффективность борьбы с печеночной двуусткой, так как уничтожение промежуточного хозяина ведет к сокращению численности паразита.

Выяснение приспособительных особенностей животных временных водоемов позволит правильно разрешить проблему увеличения кормовой базы местного прудового хозяйства и установить конкретные и точные методы борьбы с передатчиками различных возбудителей паразитарных и вирусных заболеваний.

Исследование биологических особенностей фауны водоемов бассейна р. Горетовки, протекающей в Химкинском районе, Московской области¹, позволило получить интересные новые данные о личинках ручейников колчанки (*Limnophilus vitatus*) и комаров рода кусаки (*Aedes*).

Из отряда ручейников наиболее широко распространено в Московской области семейство лимнофилид. Фауна семейства лимнофилид экологически разнородна. Некоторые виды этого семейства обычны для рек с быстрым течением воды, другие — для прудов, а третьи — для мелких временных водоемов.

Разнообразие условий существования отразилось на морфологических и физиологических особенностях разных видов.

Представители постоянных водоемов с быстрым течением — личинки апатании, халезус, стенофилаксы и др. — имеют ряд приспособлений, которые обеспечивают им возможность удерживаться в воде, например коготки, прицепки и т. д. Кукольный период их довольно продолжителен; так у апатании он длится в среднем месяц.

У обитателей временных водоемов ярко проявляются приспособления к ускоренному завершению метаморфоза. Последнее отчетливо наблюдается у колчанки.

Личинка колчанки имеет конический слабо изог-

нутый чехлик с гладкой поверхностью, сделанный из мельчайших песчинок и незаметных кусочков детрита (см. рис). Личинки — типичные обитатели ранних весенних, еще не заросших водоемов, где они иногда встречаются массами.

Массовое окукливание колчанки происходит в первой половине мая. Перед окукливанием личинка укорачивает трубку чехлика по длине тела будущей куколки, прикрепляет его к подводному предмету и закругляет оба конца, оставляя незначительные отверстия для тока воды. В таком состоянии колчанка находится 15—17 дней. Затем куколка прогрызает чехлик и с помощью задних плавательных конечностей подплывает к надводному предмету, где и превращается во взрослое насекомое.

Таким образом, у колчанки по сравнению с апатанией кукольный период короче в два раза. Эту особенность в развитии колчанки следует рассматривать как исторически развившееся приспособление.

Весенние пересыхающие водоемы, занимающие лесистые, умеренно заболоченные, перемежающиеся с культурными землями места бассейна р. Горетовки, представляют благоприятные условия для выплода комаров рода *Aedes*. Развиваясь в большом количестве в теплое время года, эти кровососущие насекомые беспокоят как людей, так и сельскохозяйственных животных.

Яйца *Aedes*, откладываемые осенью, благополучно перезимовывают и при затоплении талыми водами пробуждаются к жизни. В 1953 г. первые личинки были обнаружены 6 апреля при температуре воды в 5°. В открытых, хорошо прогреваемых солнцем водоемах окукливание начинается 18 апреля, а 23 апреля происходит массовое окукливание. Начиная с 25 апреля по 1 мая происходит окрыление комаров, а уже в первых числах мая развитие первой генерации в этих водоемах полностью заканчивается. В конце мая водоемы луговин высыхают и зарастают луговыми травами.

Развитие второй генерации протекает в искусственных водоемах, дренажных канавах, в топях родников и пр. Личинки второй генерации появляются в середине июня, а к середине июля происходит их массовое окрыление; в лесных водоемах вылет этой генерации затягивается до августа.

Нами был проделан следующий опыт. В канаве, на открытой луговине, заполненной дождевой водой, находилось множество личинок комаров *Aedes*. Вскоре водоем пересох. Ил с находившимися в нем личинками комаров был помещен в воду. Через 10 минут личинки стали активно перемещаться в воде. На способность представителей *Culicidae*, в частности малярийного комара, переносить не только временное пересыхание, но и даже ползать в этих

¹ Исследования проводились как в лаборатории биостанции Московского областного педагогического института в условиях опыта, так и непосредственно в природе за период с 1948 по 1953 г.

условиях, указывал уже В. В. Никольский (1924)¹. Наш опыт показывает, что эта особенность присуща и личинкам комаров *Aedes*.

Таким образом, в пересыхающих водоемах приспособления комаров *Aedes* выражаются не только в ускорении завершения метаморфоза, но и в спо-

¹ См. В. В. Беклемишев. Водный фактор в малярии, «Жизнь пресных вод СССР», т. III, 1950.

собности переносить временное отсутствие воды. Эти биологические особенности необходимо учитывать при разработке мер по борьбе с комаром.

Указанные выше свойства личинок ручейников и комаров представляют яркий пример взаимодействия животных с условиями существования и являются результатом длительного приспособления их к этим условиям.

Е. Ф. Никитина
Смоленский педагогический институт

СУТОЧНАЯ АКТИВНОСТЬ ПТИЦ НА ЛИТОРАЛИ

Суточный цикл активности птиц состоит из чередующихся периодов деятельности и покоя. Ритм этого цикла складывается под влиянием различных факторов, в основном — температуры, освещенности и общего состояния погоды. В высоких широтах в летнее время ритм деятельности птиц претерпевает известные изменения. В связи с круглосуточным освещением они больше бодрствуют. Однако период покоя выражен достаточно четко¹. Маршалл² считает, что на западном Шпицбергене в условиях полярного лета период покоя гаги, полярной крачки, поморника и морского песочника продолжается от одного до трех часов.

Наши наблюдения на Белом море в 1951—1952 гг. показали, что суточный ритм активности ряда видов птиц складывается иначе и под воздействием иных факторов. Жизнь некоторых видов птиц, питающихся на обнажающейся литорали, тесно связана с суточными колебаниями уровня моря. Для этих птиц перечисленные выше факторы как регуляторы активности отходят на второй план. Весь ритм суточной активности в летний период определяется приливно-отливными колебаниями.

Полярная крачка (*Sterna paradisaea*) питается в летний период в основном колюшкой, которая для нереста избирает лужи, остающиеся на литорали во время отлива. Крачки облетают литораль по мере отхода воды. Пока вода не отошла — крачки отдыхают. Таким образом, независимо от состояния погоды и времени суток, полярная крачка имеет

два периода¹ отдыха в сутки, каждый из которых длится 2—2,5 часа.

Серебристая (*Larus argentatus*) и сизая (*L. ca- lus*) чайки на литорали питаются в значительной степени беспозвоночными (мидиями, сифонами). В начале отлива чайки начинают собираться в укрытые заливы с широкой илистой литоралью, где и собирают пищу. С подъемом воды чайки снова перемещаются на выступающие из воды камни, довольно далеко в море; здесь они отдыхают до следующего отлива. Другой важный компонент корма — колюшка — добывается ими аналогично крачке.

Подобным же образом складывается суточный цикл активности у ряда куликов — кулика-сорочки (*Haematopus ostralegus*), камнешарки (*Arenaria interpres*), галстучника (*Charadrius hiaticula*) и различных песочников (*Calidris minuta*, *C. temminckii*, *C. alpina*), питающихся в основном гаммарусами, полихетами и литоринями.

Несколько иначе складывается суточная активность обыкновенной гаги (*Somateria mollissima*). Гага, пока вода высока, отдыхает относительно много (около трех часов) и меньше (около одного часа) в самую малую воду. Питается она в зоне фукусов на прибывающей и на убывающей воде. Таким образом, в течение суток гага отдыхает около 8 часов и кормится около 16 часов.

Мы считаем, что мнение Маршалла относительно суточной активности гаги, полярной крачки и других птиц недостаточно обосновано.

Характерно, что у птиц, обитающих совместно с названными, но не связанных в питании с литоралью (кайра, атлантический чистик, гагарка, тупик, длинноносый крохаль, чернозобая и краснозобая гагары), ритм суточной активности, по нашим наблюдениям, складывается не зависимо от приливно-отливных колебаний уровня моря.

В. Е. Флинт
Московский государственный университет
им. М. В. Ломоносова

¹ См. Т. Н. Дунаева и В. В. Кучерук. Материалы по экологии наземных позвоночных тундры южного Ямала. Материалы к познанию фауны и флоры СССР, новая серия, отд. зоол., вып. IV (XIX), 1941; Г. А. Новиков. Суточная жизнь лесных птиц в Субарктике, «Зоологический журнал», т. XXVIII, 1949, вып. 5.

² См. A. J. Marshall. Bird and animal activity in the Arctic. Journ. of Animal Ecology, v. 7, 1938, № 2.

НАХОДКИ БРОНТОТЕРИЕВ В СССР

Бронтотерии — своеобразные млекопитающие из отряда непарнопалых, распространенные в эоцене и олигоцене Северной Америки, Европы и Азии, до последнего времени не были обнаружены на территории СССР.

К отряду непарнопалых, кроме вымерших в палеогене бронтотериев, относятся дожившие до нашего времени лошади, тапиры, носороги, а также ископаемые халикотерии. От всех этих животных бронтотерии отличаются многими чертами, особенно строением зубов. Их коренные зубы, приспособленные к питанию мягкой, сочной растительностью, имеют низкую коронку; верхние коренные состоят из двух пар бугорков, причем внутренние бугорки конусовидные и отделены один от другого, а внешние — сливаются вместе и образуют гребень W-образной формы; бугорки на нижних коренных полулунной формы; резцы мелкие, тупые, с округлой коронкой; клыки тоже небольших размеров.

В третичное время бронтотерии были очень многочисленны и разнообразны. Среди них мы, например, знаем мелких, подвижных ламбдотериев, не крупнее собаки, палеосиопсов, размером с тапира, и массивных, тяжелых бронтопсов, эмболотериев и менодусов — с носорога и небольшого слона. Некоторые бронтотерии внешне сходны с носорогами; у них —

короткая шея, длинная низкая голова, у многих из них вооруженная костными выростами, по форме напоминающими рога. Прямые колонновидные конечности имели по четыре пальца на передних и по три пальца на задних лапах; пальцы оканчивались небольшими плоскими копытами. Бронтотерии питались растительностью и населяли равнины, поросшие кустарником, побережья рек и озер, а некоторые жили в лесах.

В 1951 г. в Карагандинской области, Казахской ССР, в карстовой воронке, заполненной переотложенными наносами, была найдена часть верхней челюсти с зубами нового вида бронтотерия *Epimanteoceras praecursor* Janovskaja¹ (рис. 1). Этот бронтотерий, размером с современного суматранского носорога, имел широкую и сравнительно короткую голову с едва заметными шишковидными рогами на лбу. Он жил в лесах и кустарниковых зарослях и питался лиственной. Единственный, ранее известный вид этого рода *Epimanteoceras formosus* описан американскими палеонтологами Гренджером и Грегори² из Внутренней Монголии. Новый казахстанский вид, более примитивный, чем китайский, был, возможно, его предком и жил в самом начале верхнего эоцена. Эпимантеоцерас, вероятно, ведет свое начало от американского рода мантеоцераса, который в верхнем эоцене переселился из Северной Америки в Азию.

В 1952 г. в Приморском крае СССР, в г. Артёме, близ Владивостока, открыт бронтотерий рода ринотитан (рис. 2). Кости и зубы этого животного найдены в каменноугольной шахте, в пласте бурого угля и углистого сланца четырехметровой мощности, на глубине 150 м от дневной поверхности³. Ринотитаны раньше были известны из верхнеэоценовых отложений Внут-

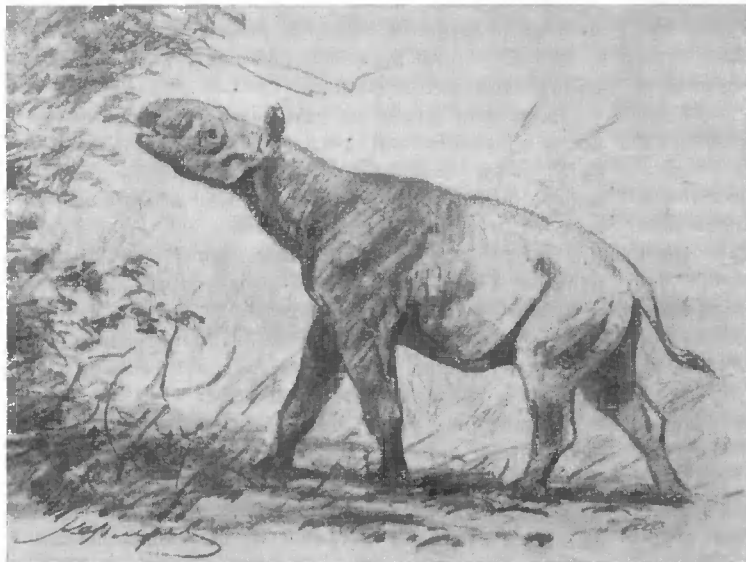


Рис. 1. Эпимантеоцерас

Рисунок К. К. Флорова

¹ См. Н. М. Яновская. Первая находка бронтотерия в СССР. «Доклады Академии наук СССР», Новая серия, т. XCIII, 1953, № 1.

² См. W. Granger and W. Gregory. A revision of the Mongolian Titanotheres. Bull. Am. Mus. Nat. History, vol. LXXX, art. X, 1943.

³ См. В. А. Трофимов. Древнетретичные млекопитающие на Дальнем Востоке СССР, «Природа», 1953, № 12, стр. 111—112.

ренней Монголии. Приморский бронотерий отличается от всех видов этого рода и представляет новый вид *Rhinotitan orientalis*. Ринотитаны были размером с современного черного африканского носорога. По сравнению с эпимантеоцерасами ринотитаны более тяжелые и массивные звери. Они обитали на болотистых равнинах и на побережьях медленно текущих рек и заросших озер, питаясь стеблями и листьями мягких болотных растений. Их зубы приспособлены к пережевыванию только мягкой и сочной растительности. В строении черепа, зубов и скелета ринотитанов замечены черты, указывающие на приспособление к жизни в прибрежных и болотных районах. Эти черты получили дальнейшее развитие у их ближайших родственников — эмболотериев, которые были настоящими полуводными животными. Эмболотерии имели длинный поднятый вверх нос с высоко расположенными ноздрями; это — приспособление к свободному дыханию: при погружении морды в воду за растением ноздри оставались над водой. Эмболотерии пережили всех других бронотериев, дожив до среднего олигоцена.

Вместе с ринотитаном в г. Артёме найдены аммониты — носорогообразные водные животные, внешне напоминающие бегемотов, мелкие хищники и черепахи.

Геологический возраст отложений, в которых они обнаружены, будет уточнен после определения всей собранной в них фауны. Пока, на основании

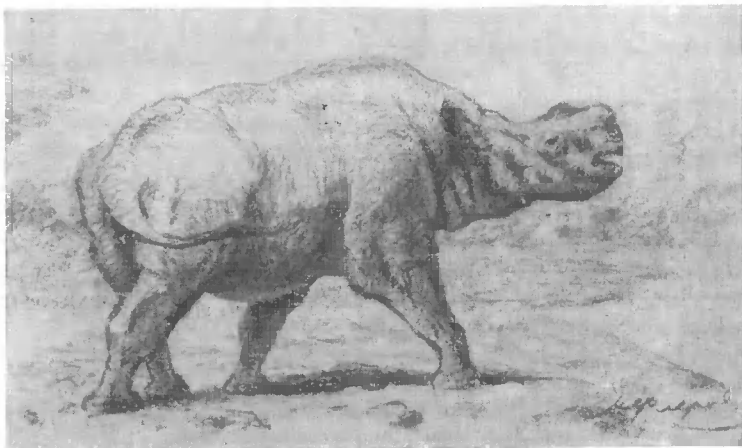


Рис. 2. Ринотитан

Рисунок К. К. Флерова

находки ринотитана, этот возраст следует считать верхним эоценом.

Находки бронотериев в Казахстане и в Приморском крае свидетельствуют о широком распространении этого семейства на территории СССР в палеогене. Они служат достоверным доказательством существования в Советском Союзе не известных до сих пор континентальных эоценовых фаун. До этого наиболее древней фауной млекопитающих в нашей стране считалась среднеолигоценовая фауна индрикотерия. Новые данные по бронотериям важны для выяснения истории фауны третичных млекопитающих и имеют значение для стратиграфии континентальных палеогеновых отложений Азии.

Н. М. Яновская

Кандидат биологических наук

Палеонтологический институт Академии наук СССР



ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

ТЕНАРДИТ—ПИЩЕВАЯ СОЛЬ

В степной части Монголии имеется много солевых озер — остатки крупных водоемов, которые в течение последних тысячелетий постепенно высыхали. В эти водоемы когда-то впадали мощные реки, ныне совершенно исчезнувшие, и только в период сильных дождей в пониженных местах долин появляются небольшие ручьи.

Вода в озерах — повышенной солености, и обычно все пространство в пределах древней береговой линии покрыто плотной коркой соли.

В одном из районов Центрального аймака нам представился случай осмотреть оз. Харийн-нур. Площадь озера не превышает 2 км². Топкие берега сложены серой соленосной глиной, на поверхности покрытой коркой снежнобелой соли с друзами призматических кристаллов, достигающих длины 5—10 см. Во время дождя соль быстро тает и затем через 1—2 дня вновь выкристаллизовывается. Эта многократная перекристаллизация привела к удалению из соли почти всех механических примесей.

Химический анализ дал следующие результаты:

Na ⁺ — 30,61 % ¹	Cl ⁻ — 3,58 %
NH ₄ ⁺ — 0,04 »	SO ₄ ²⁻ — 63,52 »
Ca ²⁺ — 0,33 »	NO ₃ ⁻ — 0,08 »
Mg ²⁺ — 0,29 »	HCO ₃ ⁻ — 0,20 »

Содержание воды равнялось 1,35 %.

При помощи спектрального анализа, помимо натрия, кальция и магния, были обнаружены также 0,001 % алюминия, п. 10⁻⁴ % титана и п. 10⁻⁵ % меди.

Состав соли соответствует почти чистому тенардиту (Na₂SO₄).

Окрестное население собирает тенардит и употребляет в качестве пищевой соли. Скотоводы из

соседних районов специально подкочевывают к озеру, чтобы возобновить запас соли и накормить скот. Они утверждают, что обычная поваренная соль по своим вкусовым качествам значительно уступает тенардиту.

Несколько озер с тенардитом находится в окрестностях Улан-Батора, и многие жители столицы регулярно собирают там соль, предпочитая ее поваренной соли из западных аймаков, которая продается на рынках города.

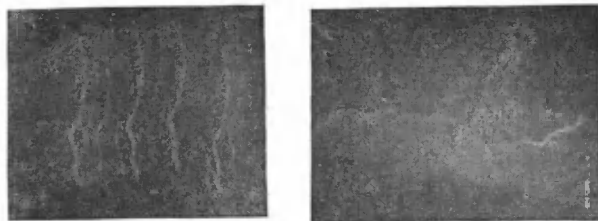
Г. Г. Воробьев

Улан-Батор, Монгольская Народная Республика

ДРЕЙФУЮЩИЕ РАЗРЯДЫ МОЛНИИ

Лето 1954 г. в Поволжье было необычно сухим. После длительного периода бездождья, ночью, около двух часов, 9 июля, разразилась гроза. На прилагаемых фотографиях, полученных аппаратом «ФЭД», представлены некоторые интересные случаи разрядов молнии.

На снимках хорошо видно смещение последовательных импульсов, проходящих по каналу разряда, который с течением времени смещается ветром.



Фотографии дрейфующих разрядов молнии

¹ Вычислен по разности.

Снимки сделаны в с. Золотое, Саратовской области. Расстояние до грозового облака составляло около 12 км.

Несмотря на сильную грозу, из облаков не выпало ни одной капли дождя, когда они надвинулись на небо над с. Золотое.

А. Н. Карпов

Кандидат физико-математических наук
Сталинградский медицинский институт

УСТРАНЕНИЕ ПОСЛЕДСТВИЙ КАРСТА

На западе Липецкой области, Измалковского района, вблизи от усадьбы совхоза «Красный Октябрь», в 1951 г. был построен искусственный водоем. Известно, что восточные районы Орловской и западные районы Липецкой областей располагаются на восточных склонах Средне-Русской возвышенности. Рельеф здесь холмистый, пересеченный сравнительно густой сетью балок протяженностью в десятки километров. Разница между высотными отметками водоразделов и тальвегов балок достигает 50—70 м.

Коренными породами здесь являются известняки верхнего девона, перекрытые четвертичными суглинками и супесями, мощность которых по водоразделам достигает 20 м. Балки, как правило, врезаются в верхнедевонские известняки, покрытые маломощными наносными отложениями балочного аллювия. В пределах балок часто встречаются карстовые воронки. Балка, на которой был построен водоем, входит в систему левых притоков р. Быстрая Сосна. Тальвег балки, врезающийся в верхнедевонские известняки, покрыт трех-пятиметровой толщей суглинистого балочного аллювия.

Из-за того что кавернозные и трещиноватые известняки расположены близко к поверхности, в балке, как ниже, так и выше построенного водоема, оказались карстовые воронки диаметром от 2 до 6 м, поросшие бурьяном и крапивой.

Водоем был наполнен весной 1952 г. Глубина водоема достигала 10 м, емкость около 100 тыс. м³. Вода прекрасно держалась все лето и часть осени. В ночь на 27 сентября 1952 г. уровень воды резко понизился — вода стала уходить в провальную карстовую воронку в осевой части водоема. Очевидцы рассказывают, что вода, образуя воронку, с шумом втягивалась в провал. Когда вода ушла, на обнажившемся дне балки обнаружилось еще пять вновь образовавшихся карстовых воронок.

Мы исследовали свежие карстовые провалы на вторые сутки после ухода воды. Провалы представляли собой округлые жерла диаметром 1,6—7,5 м

с совершенно отвесными стенками. Глубину провалов определить не удалось — шуп длиной 9,5 м не достиг известнякового ложа.

Карстовые воронки на значительную глубину были засыпаны суглинистым грунтом, обвалившимся при образовании провалов. Глубина от поверхности земли до осыпавшегося грунта в момент обследования была равна 2—4 м. Наиболее крупная воронка, через которую произошла утечка воды, была затянута мокрым грунтом и имела пологие склоны. Во избежание несчастных случаев провалы были немедленно засыпаны суглинком со склонов балки при помощи бульдозеров. Засыпанный грунт был уплотнен трактором.

Весной 1953 г. водоем вновь наполнился, причем вода прекрасно держалась весь год, держалась она и в 1954 г.

Повидимому, в данном случае, несмотря на резкое проявление карста, каверны в известняке не обладали большими размерами, а провалы не были слишком глубокими. Это позволило легко ликвидировать последствия карста.

В. В. Добровольский
Воронеж

ЧЕРНЫЙ АИСТ В ТУРКМЕНИИ

Биология черного аиста (*Ciconia nigra* Lin.) в Туркмении до сих пор в литературе почти не освещена, не было даже достоверных данных о его гнездовании. Известно описание лишь одного случая находки его гнездовья в предгорьях Кутитанга¹. Восполнить этот пробел могут собранные нами за период 1950—1953 гг. данные в окрестностях Моргуновского, расположенного в 3 км севернее г. Кушки.

В долине р. Кушки весенний пролет черного аиста обычно начинается с февраля и кончается в конце апреля. Сроки начала пролета и прилета разные и зависят от температурных условий зимы. Так, в 1951 г. черные аисты впервые появились 26 февраля, в 1952 г. — 16 февраля, а в 1953 г. — 9 февраля. Зима 1950/51 г. была сравнительно холодной, а в последующие годы — значительно более теплой.

Осенью черные аисты пролетают во второй половине сентября, октябре, одиночные птицы встречаются до конца ноября.

Весной аисты чаще всего летят парами, и только однажды наблюдалась стайка из 5 птиц. Осенью преобладают небольшие стайки из 3—5 птиц. В гнез-

¹ См. А. И. Иванов. Птицы Таджикистана, 1940; Г. П. Дементьев. Птицы Туркменистана, 1952.

довый период одиночные аисты регулярно встречаются по р. Кушке, между Чиль-духтером и Чепен-и-Бидом.

14 мая 1953 г. в 6—7 км восточнее Моргуновского, в каменном обрыве сонки было найдено гнездо с 4 яйцами. Гнездо было расположено на высоте 6—8 м от подножья скалы, в нише размером 2—3 м и устроено очень небрежно. Край гнезда, обращенный к обрыву, был выложен крупными фисташковыми сучьями, совершенно плоский лоток образуют несколько пучков дерна, уложенного корнями вверх.

6 июня вывелся первый птенец. В момент осмотра гнезда он был еще мокрый и лежал между двумя половинками яичной скорлупы. Одно яйцо было надклевано. Продолжительность насиживания у черного аиста в среднем 38 дней¹. Следовательно, откладка яиц происходила в конце апреля. Всего вывелось три птенца. Одно яйцо оказалось болтуном. Птенцы в возрасте 23 дней уже достигли веса примерно 1,5—2 кг, но продолжали оставаться в пуховом наряде. У них только показались вершины рулевых и маховых перьев. При появлении человека птенцы покидали гнездо и прятались в глубине ниши, издавая характерное щелканье клювом и громкие отрывистые звуки.

Отрыгнутая потревоженными птенцами пища состояла исключительно из рыбы, величиною от 8 до 25 см. Интересно, что среди прочих отмечена ядовитая рыба маринка. Единственное место, где птицы могли добывать рыбу, — это р. Кушка. Ближайший участок реки, где возможно добытие её, расположен в 5—6 км.

В период насиживания и в первый месяц после вывода птенцов одна из взрослых птиц всегда находится в гнезде. В первой половине насиживания птицы чрезвычайно осторожны. Во второй половине сидят очень крепко, слетают лишь при приближении к гнезду ближе, чем на 4—5 м. Потревоженная птица кружится над гнездом и возвращается сразу же после ухода людей. В возрасте 63 дней птенцы еще оставались в гнезде.

После подъема молодых птиц на крыло, некоторые аисты, как молодые, так и взрослые, продолжают оставаться в долине Кушки, другие же откочевывают на Мургаб, где для них имеются лучшие кормовые условия. Так, один из трех окольцованных нами 29 июня 1953 г. птенцов 21 сентября 1953 г. был добыт на р. Мургаб, в окрестностях станции Имам-баба, т. е. на расстоянии 180 км от гнезда.

Наша находка гнезда свидетельствует о гнездовании черного аиста в северных отрогах Паропамиза

в юго-восточной Туркмении (Бадхыз). Здесь он гнездится спорадически и только в тех местах, где имеются соответствующие кормовые водные (источники) и гнездовые (скалы) условия, наличием и сочетанием которых, повидимому, определяется место гнездования аиста.

А. Н. Сухинин

Бадхызский государственный заповедник
Туркменская ССР

НОВОЕ МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ ВУЛКАНИЧЕСКОГО ПЕПЛА В ДНЕПРОПЕТРОВСКЕ

Изучение рыхлых ископаемых пеплов и других продуктов новейшей вулканической деятельности позволяет выяснить время и интенсивность извержений вулканов в четвертичном и третичном периодах.

В Днепропетровске были известны два небольших местонахождения четвертичных вулканических пеплов. В сентябре 1953 г., во время совместной геологической экскурсии с А. И. Москвитиным, Д. М. Копоненковым, Н. Г. Николаевым и Д. П. Кузьменко, нами было обследовано новое местонахождение очень чистого и рыхлого четвертичного вулканического пепла в левом склоне Красноповстанческой балки, на территории кирпичного завода. Это местонахождение, прежде недоступное для осмотра, теперь хорошо обнажено экскаватором, расчистившим склон (рис. 1). Пепел здесь залегает довольно значительной линзой мощностью до 0,5 м на протяжении более 100 м в толще типичного водораздельного несложистого лёсса, выше первой погребенной почвы. Нижняя граница пепловой линзы очень отчетливая, резкая и ровная, без углублений («карманов») и других следов древнего размыва, сверху же вулканический пепел переходит в покрывающий его лёсс более или менее постепенно.

Пепел резко отличается от лёсса и лёссовидных суглинков очень светлым беловато-палевым цветом, легкостью



Рис. 1. Линза вулканического пепла среди лёссовидных пород, выделяющаяся более светлым тоном

¹ См. ст. Е. П. Спангенберга в сб. «Птицы Советского Союза», т. II, 1951.

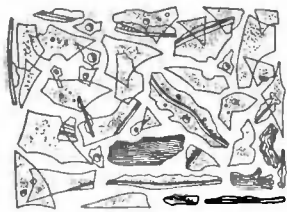


Рис. 2. Структура днепрпетровского вулканического пепла (под микроскопом)

стоит почти исключительно из вулканической пыли — мельчайших различной формы осколочков бесцветного и водяно-прозрачного, реже мутного и слегка окрашенного в буроватый цвет вулканического стекла размерами в среднем 0,06—0,08 мм (рис. 2.)

Чрезвычайно острые, необбитые и непотертые края и углы осколков стекла указывают на то, что вулканическая пыль выпала непосредственно из атмосферы и находится в коренном залегании, а не перетолжена текучими водами.

В обломках стекла имеются многочисленные пузырьки вулканических газов, не успевших выделиться из лавы в момент извержения; поэтому можно заключить, что частицы стекла образовались в результате разбрызгивания богатой газами вязкой кислой пемзовой лавы. Большое сходство этого пепла с вулканическими пеплами Северного Кавказа позволяет предполагать, что вулканическая пыль была занесена к Днепропетровску воздушными течениями с Кавказа. Расстояние от Днепропетровска до Эльбруса приблизительно 740 км, до Казбека — 900 км, до Нальчика — 830 км, до недавно действовавших вулканов Закавказья — около 1400 км. Любой из этих вулканов мог выбросить при сильном извержении вулканический пепел, найденный в Днепропетровске, так как известны случаи выпадения больших масс пепла на гораздо более значительных расстояниях от очага извержения. На такие большие расстояния вулканический пепел относится не силой взрыва и не обычным ветром в нижних слоях атмосферы, а лишь в тех случаях, когда он выбрасывается вулканом в верхние слои атмосферы, на высоту до 30 км над поверхностью земли, — там частицы вулканической пыли наэлектризовываются и могут долгое время оставаться в атмосфере, как бы плавая в ней, и переносятся воздушными течениями на огромные расстояния. Значительная толщина пеплового прослоя в г. Днепропетровске (0,5 м) свидетельствует о том, что этот пепел был выброшен в атмосферу очень сильным извержением. Условия залегания пеп-

ла позволяют заключить, что такое извержение произошло уже после окончания днепровского оледенения Русской равнины, т. е. более 10 тыс. лет тому назад.

Н. Н. Карлов, А. И. Кравченко
Днепропетровск

О ЛОСЯХ УКРАИНЫ

В древности в северной части территории современной Украины лоси были весьма обычным объектом охоты. Известны упоминания об охоте на лосей «в лесах Черниговских» в поучении Владимира Мономаха в XI столетии. И позже эти звери имели большое значение в охотничьем промысле. Так, например, великий князь литовский Витовт, собрав в 1429 г. в Лудке огромный съезд литовских, польских и русских князей и ханов с большими отрядами войск, для прокормления этих войск добывал в течение шести недель, помимо прочих зверей, по сотне лосей ежедневно.

В последующие века численность лосей на Украине заметно сокращалась, однако даже во второй половине XIX столетия, т. е. менее ста лет тому назад, они местами водились в заметном количестве. Много лосей обитало в лесах окрестностей местечка Дымера, в 40 км к северу от Киева¹. В окрестностях Житомира лоси постоянно жили еще в 1888 г. Нередки они были и на Черниговщине. Об этом можно судить хотя бы по тому, что даже в южной части области, в Остерском районе, еще недавно можно было увидеть в селах лосиные рога почти в каждом доме.

Однако хищническое истребление лесов и особенно усиленная охота привели к тому, что во второй половине XIX в. лоси почти всюду на территории Украины исчезли. Во время первой мировой войны эти звери были разогнаны и перебиты интервентами.

В настоящее время лоси встречаются в лесостепной зоне Украины чаще, чем в начале нынешнего столетия, но сюда они забегают из лесов Белоруссии и РСФСР. Лоси отмечаются в СССР почти ежегодно во всех восточных лесных областях и в значительной части лесостепных, вплоть до южной границы лесостепи. В южных районах этот зверь был также отмечен — 13 сентября 1948 г. трехлетний самец пойман между селами Андреевкой и Переваловкой, в Сепчанском районе, Полтавской области.

¹ См. Л. Позилевич. Сказание о населенных пунктах Киевской губ., Киев, 1864, стр. 11.

Во время своих кочевок в поисках пищи лоси нередко появляются в открытых, густо населенных местах, иногда вблизи больших городов. Так, в сентябре 1952 г. два лося были замечены на шоссе в Броварском районе, в 25 км от Киева. Там же видели двух лосей и в августе 1953 г.

Увеличение численности лосей на Украине в последние годы несомненно является результатом успешной охраны этих зверей в РСФСР.

Профессор Н. В. Шарлемань
Киев

ОРИГИНАЛЬНАЯ ФОРМА ПШЕНИЧНО-РЖАНОГО ГИБРИДА

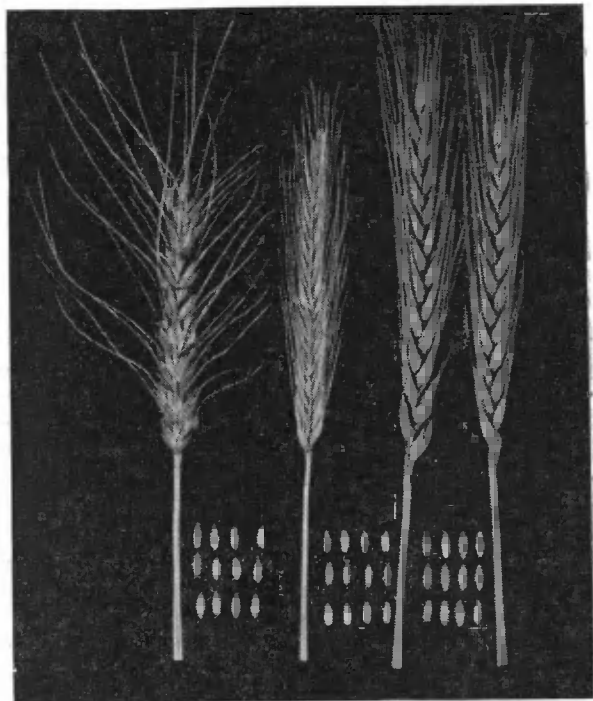
Неоднократные попытки многих селекционеров, направленные на то, чтобы создать путем половой гибридизации новые культуры, устойчиво совмещающие признаки пшеницы и ржи, не приводили к желательным результатам. Эта неудача сопровождала долгое время и наши работы. Каждый раз, уже во втором поколении, мы получали пшеницу или рожь. Но в 1951 г., опылив кастрированные цветки озимой пшеницы Лесостепка 75 смесью пыльцы ржи и пшеницы (пыльца озимой ржи Веселоподолянская + +пыльца озимой пшеницы Лесостепка 75) и преодолев высокую стерильность гибридных растений первого поколения, мы получили форму, которая со второго поколения неизменно сохраняет свои оригинальные признаки. Колосья гибрида пшеничные, остистые, красные; чешуи опушенные; зерна красные. Колос цилиндрический, длинный, средней плотности. Ости полуприжаты к колосу, прямые, не грубые, ржаного типа.

Колосков в колосе 18—22 и больше. Колоски многоцветковые и часто многозерные. Колосковые чешуи длинные, близкие к ланцетным. Опушение чешуй густое и длинное. Цветочные чешуи плотно охватывают зерно.

Пыльники этого гибрида ржаного типа и выбрасываются во время цветения далеко за пределы цветка.

Зерна длинные, овальные, морщинистые и мучнистые, как у ржи, очень крупные (вес 1000 зерен 45—50 г).

Солома у основания колоса опушенная, в период созревания имеет фиолетовую окраску, высокая



Колосья и зерна родительских форм и гибрида
ЛВ-1 (урожай 1954 г.)

(125—135 см), толстая (в диаметре до 6 мм), очень прочная (толщина стенок соломины в области нижнего междоузлия до 1 мм), не полегает, очень похожа на солому ржи.

Листья светлозеленые, сравнительно узкие, длинные (до 45 см). Гибрид позднеспел и созревает в условиях Веселого Подола на 4—5 дней позже сорта Лесостепка 75.

Ржавчинными и головней не поражался.

Сохранение указанных признаков в третьем поколении позволяет думать, что в данном случае в одном гибридном организме совмещены измененные в известной степени признаки пшеницы и ржи. Сохранится ли это сочетание в дальнейшем — покажет будущее. Новому гибриду присвоен селекционный № ЛВ-1.

С. А. Лысак
Весело-Подолянская селекционная станция (УССР)

ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОЙ БОТАНИКИ

ВОПРОСЫ БОТАНИКИ

т. I, II. Академия наук СССР

Всесоюзное
ботаническое общество
Издательство Академии наук
СССР, 1954, 904 стр.

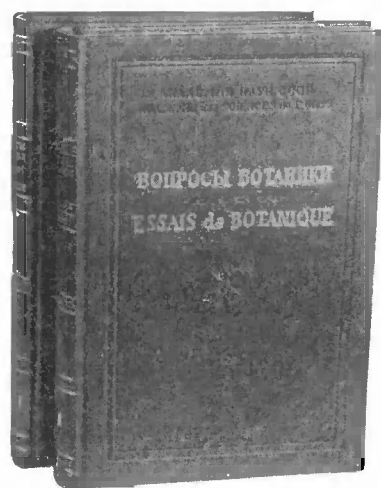
ESSAIS DE BOTANIQUE

I, II. Académie des Sciences
de l'URSS

Société Botanique de l'URSS.
Editions de l'Académie des Sciences
de l'URSS, 1954, 904 pp.

В связи с происходившим в июле 1954 г. в Париже Международным ботаническим конгрессом, Всесоюзное ботаническое общество издало сборник «Вопросы ботаники» (в двух выпусках), имеющий целью расширить и укрепить международные связи советских ботаников с их зарубежными коллегами и способствовать широкому обмену мнений между ботаниками разных стран. Текст сборника дан параллельно на русском и французском языке.

В вводной статье дается сжатый очерк организации ботанических исследований в дореволюционной России и в СССР. Подчеркнуты основные особенности советского этапа — перестройка ботанической науки на основе диалектического материализма; планоность и координация научно-



исследовательской работы; связь теории и практики; расширение фронта научных исследований за счет ряда вновь сформировавшихся дисциплин; значительный рост числа специалистов-ботаников и воспитание национальных ботанических кадров; планомерная организация новых ботанических центров, в особенности в отдаленных районах страны; резкое увеличение выпуска ботанических изданий на языках народов СССР. В обоих выпусках помещено 27 оригинальных научных статей, охватывающих многие разделы современной ботанической науки.

Значительное место в сборнике уделено вопросам физиологии и экологии растений. Статья академика А. Л. Курсанова «Круговорот органических веществ в растении и деятельность корневой системы», на примере последних исследований автора и его сотрудников по вопросу об участии корневой системы в круговороте веществ в растении, знакомит с характерным для советской фитофизиологии изучением взаимосвязей между специализированными физиологическими функциями отдельных органов и тканей. Такое направление дает возможность перейти от частной физиологии к физиологии целого организма, что облегчает задачу научного обоснования практических приемов земледелия.

Процессу фотосинтеза посвящены две статьи: О. В. Заленского «Фотосинтез растений в естественных условиях» и А. А. Ничипоровича «Фотосинтез растений и некоторые пути повышения их урожая». Первая статья подводит некоторые итоги работам в области изучения фотосинтеза в естественной обстановке (в особенности в условиях пустынь, высокогорий и тундр) в связи с изучением дыхания и других физиологических функций. Вторая ставит вопрос о воз-

возможности получения высоких урожаев путем обеспечения наилучших условий для фотосинтеза и управления им.

Статья В. Ф. Купревича «Воздействие высших растений на субстрат с помощью ферментов, выделяемых корнями» знакомит с исследованиями автора, доказывающими выделение корнями высших растений внеклеточных ферментов, что дает им возможность усваивать углерод неразстворимых органических веществ почвы. В статье Е. И. Ратнера «О жизнедеятельности корневых систем в связи с гетеротрофным питанием высших растений и ролью микроорганизмов» приводится материал, показывающий, что корневая система растений обладает синтетическими функциями и способна осуществлять первичные превращения минерального азота (а также фосфора) в органические соединения.

Теоретически и практически важная проблема засухоустойчивости растений нашла отражение в статьях П. А. Генкеля и Ф. Д. Сказкина. Статья П. А. Генкеля «Засухоустойчивость растений, способы ее диагностирования и повышения» посвящена изложению нового представления о засухоустойчивости, разрабатываемого автором. Явление это оказалось более сложным, чем считалось раньше, и складывается из способности растения выносить как обезвоживание, так и перегрев. В статье Ф. Д. Сказкина «Недостаток воды в почве и устойчивость к нему хлебных злаков в различные периоды их развития» изложены результаты работ, имевших целью изучить отношение яровых хлебных злаков к недостатку воды в почве в различные периоды развития и особенности их физиологических процессов в этих условиях.

Новым данным о стадийном развитии растений посвящена статья В. И. Разумова «Некоторые вопросы стадийного развития растений», излагающая результаты работ автора и его сотрудников о влиянии разных факторов на развитие растений.

В статье С. Д. Львова «О физиологическом значении процесса образования эфирных масел для растений» рассматривается малоисследованный вопрос о роли эфирных масел в жизни растений. По данным автора, эфирные масла представляют собою экскреты, образующиеся за счет углеводов, а в ряде случаев и белковых веществ, и непосредственно не нужны растению. Основным внутренним фактором, обуславливающим их появление, является недостаток кислорода, причем сама реакция, приводящая к их образованию, жизненно необходима растению, поскольку она позволяет ему использовать свой внутренний кислород. С этим связана приуроченность эфирномасличных растений к засушливым районам: в зацветающем растении благодаря закрытию устьиц возникает состояние частичного кислородного голодания.

Частному, но важному вопросу экологии растений посвящена статья В. П. Дадыкина «Особенности поведения растений на холодных почвах»¹.

Статья П. А. Баранова «Некоторые вопросы теории акклиматизации растений» обобщает ряд последних работ по интродукции растений, широко развернувшихся в Советском Союзе и имеющих характер планомерно осуществляемого народнохозяйственного мероприятия. Изложенные в ней данные, полученные, в частности, в условиях Памира, имеют важное значение

¹ Об этих же исследованиях автора см. «Природа», 1953, № 4.

для создания современной теории акклиматизации растений.

Вопросы биохимии растений нашли свое отражение в статье Н. М. Сисакяна «Биохимия пластид». Здесь, на основе исследований автора и его сотрудников, последовательно рассматривается аминокислотный состав белков пластид, дается характеристика белков лейкопластов и хлоропластов, электрохимическая характеристика белков пластид, описываются липиды, нуклеопротеиды и ферменты пластид. Вся совокупность приведенных данных показывает, что хлоролейко- и хромопласты представляют собою «депо биокатализаторов», в ходе онтогенетического развития последовательно вовлекаемых в процессы обмена веществ, причем главная масса ферментов связана с протеидным комплексом пластид двумя типами связей — лабильной и стабильной, изменяющимися в онтогенезе.

Число статей, посвященных проблемам систематики и морфологии растений, сравнительно невелико, но и они представляют большой интерес. Статья Б. К. Шишкина «Принципы построения «Флоры СССР» знакомит с историей создания и принципами построения основного коллективного труда советских систематиков — «Флоры СССР», в 20-ти уже вышедших томах которого участвовало 68 флористов Ленинграда, Москвы, Ташкента, Киева, Сталинабада, Тбилиси, Баку, Алма-Аты и др. Этот труд, издаваемый Ботаническим институтом им. В. Л. Комарова Академии наук СССР и имеющий себе равного в мировой литературе, впервые на русском языке дает описание всех дикорастущих растений Советского Союза. В настоящее время издание близится к своему завершению.

В статье А. Л. Тахтаджяна «Некоторые проблемы эволюционной морфологии покрытосеменных» рассматривается ряд основных вопросов эволюционной морфологии покрытосеменных растений. Автор останавливается на таких проблемах, как происхождение покрытосеменных, происхождение трав (от древесных форм), происхождение однодольных, эволюция листа и цветка, происхождение женского гаметофита покрытосеменных.

А. А. Яценко-Хмелевский и М. С. Гамрян в статье «Анатомия древесины и экологическая эволюция двудольных» делают одну из немногих до настоящего времени попыток увязать эволюционную анатомию древесины с филогенетическими исследованиями.

Филогении однодольных растений посвящена статья Л. А. Куприяновой «Палинологические данные о филогении класса однодольных растений». На основании изучения структуры пыльцевых зерен автор дает свою схему филогенеза однодольных, где отчетливо намечаются 3 линии развития: от лилейных, по пути приспособления к насекомопылению, от пальм, по пути приспособления к ветроопылению и по пути приспособления к водным условиям жизни (непосредственно примыкающую к двудольным). Автор присоединяется к тем исследователям, которые указывают на искусственность выделения особого класса однодольных.

Характеристика современного состояния советской палеоботаники и достижения ее за последние годы приводятся по геологическим системам (начиная с палеозоя) в статье П. И. Дорофеева и В. И. Грубова «Развитие и достижения палеоботаники в СССР (за 1943—1955 гг.)». Палеоботанический характер носит также статья М. И. Нейштадта «История раститель-

ного покрова СССР в голоцене по данным пыльцевого анализа», в ряде случаев по-новому освещающая вопросы реликтовости отдельных видов, пути их миграции и пр.

Значительное место в сборнике уделено вопросам геоботаники — дисциплине, тесно связанной с решением ряда крупных народнохозяйственных проблем (кормовая проблема, полесозащитное лесоразведение в засушливых районах и др.). Широко развернувшиеся в Советском Союзе геоботанические исследования дают, вместе с тем, богатый материал для разработки общей теории фитоценологии и биогеоценологии. Эта сторона вопроса подчеркнута в статье академика В. Н. Сукачева «Некоторые общие вопросы фитоценологии», рассматривающей основные теоретические вопросы этой науки, — такие как понятие растительного сообщества (фитоценоза), отношение его к биогеоценозу, динамика фитоценозов.

Народнохозяйственное значение геоботанических работ, проводимых в СССР, показано в статье Е. М. Лавренко «Основные направления геоботанических исследований в СССР в связи с запросами народного хозяйства». Большой общий интерес представляет также статья В. Б. Сочава «Принципы и задачи геоботанической картографии», в которой, на основе опыта этой работы в СССР и предшествующего ему опыта русской ботанической картографии, рассматриваются некоторые общие вопросы мелкомасштабного геоботанического картирования¹.

Специальному обсуждению подвергнут важный вопрос о составлении геоботанической карты мира в масштабе 1:1000000, для чего необходимо междуна-

¹ См. В. Б. Сочава. Геоботаническая карта растительности СССР, «Природа», 1954, № 10.

родное сотрудничество ботаников.

Несколько особняком стоит важная статья Т. А. Работнова «Работы в области изучения жизненного цикла многолетних травянистых растений в естественных ценозах», излагающая некоторые результаты последних исследований, выполненных советскими ботаниками.

Ряд статей посвящен характеристике отдельных растительных зон. В статье Б. А. Тихомирова «Происхождение, развитие и пути преобразования растительного покрова тундровой зоны СССР» рассматриваются основные особенности и закономерности растительности этого обширного участка Арктики, интенсивно изучаемого советскими исследователями. Автор приходит к выводу о возможности продвижения границы леса в область тундры.

Картину изучения лугов СССР (планомерно начавшегося лишь во втором десятилетии XX в.) и его современного состояния рисует статья А. П. Шенникова «Изучение лугов в СССР». Статья представляет как теоретический, так и практический интерес — особенно учитывая огромную площадь, занимаемую в СССР лугами, и их необычайное разнообразие.

Статья Е. М. Лавренко «Степи Евразийской степной области, их география, динамика и история» посвящена характеристике этой самой обширной на земном шаре степной области, в изучении которой основная работа была выполнена советскими исследователями.

Новое представление о природе и происхождении так называемых такыров изложено в статье Л. Е. Родина и М. М. Голлербаха «Биогеоценозы такыров и их генезис». В противоположность широко распространенному до

последнего времени взгляду на такры как на пространства, совершенно лишенные растительности, авторы подчеркивают, что в процессе их формирования выдающаяся роль играют водоросли, развивающиеся на поверхности такрыных почв.

В статье А. А. Юнатова «Основные закономерности растительного покрова северной части Центральной Азии» содержится характеристика главнейших особенностей растительности этой обширной территории, над изучением которой трудились два поколения отечественных ботаников. Автор дает обзор основных растительных формаций (растительность высокогорий, горные степи, настоящие степи, пустынные степи, пустыни), определяет положение территории Центральной Азии в системе ботанико-географических областей Палеарктики и кратко рассматривает

вопрос об истории растительности этого района.

Все статьи сборника написаны очень сжато, не перегружены излишними деталями, читаются легко и дают достаточно ясное представление о существе вопроса. В этом нельзя не признать заслуги редакторов обоих выпусков—В.Б. Сочавы и О. В. Заленского.

Следует высказать сожаление по поводу того, что некоторые важные разделы ботанической науки, разрабатываемые советскими учеными, не нашли отражения в сборнике. Так, отсутствуют статьи, посвященные достижениям отечественной ботаники в исследовании споровых растений (водорослей, грибов, лишайников, мхов); нет статей по вопросам растительных ресурсов и сырья; отсутствует обобщающая статья по изучению лесов, хотя, как известно, СССР—

первая страна в мире по богатству лесами и т. п.

Едва ли оправдано расположение статей по алфавиту фамилий авторов. Группировка их по проблемам дала бы более цельное впечатление о достижениях советской ботаники.

Особой похвалы заслуживает оформление сборника, свидетельствующее о большой полиграфической культуре работников издательства, сумевших в короткий срок выпустить эти два объемистых тома.

Всесоюзное ботаническое общество, подготовив и издав «Вопросы ботаники», сделало большое и нужное дело. Нет сомнений в том, что ознакомление зарубежных ботаников с достижениями советских ученых в разных разделах ботанической науки будет способствовать культурному сближению между ними, а тем самым, и делу мира.

Профессор В. И. Полянский
Ленинград

ПЕРНАТЫЕ ЯКУТИИ

Б. Андреев

ПТИЦЫ СРЕДНЕГО ВИЛЮЯ

Институт усовершенствования учителей Якутской АССР, Якутск, 1953, 127 стр.

Нет надобности доказывать, какое большое значение имеют пернатые в жизни природы и в хозяйстве человека, а между тем изучаются они в Сибири очень слабо. Достаточно сказать, что до сих пор у нас нет ни одной сводки о якутских птицах, а что касается Вилюя, то после Маака, исследовавшего его бассейн 100 лет тому назад, в литературе появлялись только мелкие орнитологические статьи и заметки. Уже только по этой при-

чине труд Б. Андреева представляет собою ценный вклад в науку.

Не менее важно, что работа эта выполнена учителем сельской школы, который не только сам стремился пополнить науку новыми данными, но сумел организовать целый отряд ревностных помощников—любознательных и трудолюбивых юннатов. О том, что эти школьники были сознательными участниками исследования, говорят приведенные в книге выписки из их дневников, имеющие серьезную научную ценность.

Б. Андреев показал, каких важных результатов может добиться советский педагог, посвятивший себя изучению природы своей местности. Он указал пути

множеству учителей, рассеянных по всем, даже самым отдаленным районам Сибири и Дальнего Востока и не знающих куда направить свою исследовательскую активность. К сожалению, еще слишком мало помощи оказывают краеведам-педагогам органы народного образования и особенно наши издательства. Между тем таких энтузиастов-натуралистов, как Б. Андреев, можно найти во многих местах, но им надо прийти на помощь, оказать поддержку, содействовать продвижению в печать их скромных, но очень полезных трудов.

В книге приведено 159 видов—число, значительное для этих широт. Однако это не простой перечень найденных форм. Каж-

дому виду в списке сопутствуют данные о его биологии и распространении (к сожалению, только не всегда определенные). Большое достоинство книги — значительное число общих биологических наблюдений, которые могли бы сделать честь любой работе о птицах. Например, интересно сообщение о том, что иногда, оказывается, заяц может отбиться от тетерева, что перепелятник ловит мелких куликов или что в то время, когда молодые и линные утки еще не поднялись на крыло, сокол-сапсан питается главным образом дятлами; последний факт особенно интересен, и его надо было подробнее аргументировать. Много приведено интереснейших сведений о взаимоотношениях видов вообще.

Очень существенны сведения, собранные Б. Андреевым о новообитателях пернатых в Якутии. Из них нельзя не выделить сообщения охотников о гнездовании в этом районе белоплечего орлана — гигантского хищника берегов Тихого океана, который был ранее известен в Якутии по одному случайному залету в окрестности г. Якутска. Если бы это подтвердилось, мы получили бы разительный пример того, как мало мы еще знаем наших птиц. Интерес представляют залеты журавля-красавки, гуся-сухоноса, ро-

зового пеликана и др. Некоторые из наблюдений вызывают сомнения; так, требует проверки сообщение одного из юннатов о гнездовании около Нюрбы лапландского подорожника — чисто тундровой птички.

Б. Андреев, к сожалению, не выделил в особую главу сведений о сельскохозяйственном и охотничьем значении местных птиц. Эти данные рассыпаны в тексте. Кое-что из этой области чрезвычайно интересно и ново. Так, очень важно указание на то, что якуты издавна занимались хозяйственным сбором яиц лысухи, но не в ущерб ее поголовью, и что эта птица в состоянии откладывать до 41 яйца. В этом — залог существенного охотхозяйственного использования лысухи. Интересно сообщение о существовавшем некогда закреплении глухариних токовищ за охотниками на основе обычного права; эта интересная область хозяйственной жизни заслуживает особого внимания.

Однако все же данных о размерах и значении охоты в районе слишком мало. Недостаёт, например, сведений о количестве добываемой дичи, нет соображений о возможности разветвления заготовок пернатой дичи и т. п.

Украшают книгу выдержки

из богатого якутского фольклора, посвященного птицам. Характерны стихи о редкостном белом журавле-стерхе, который служит символом красоты у якутов, стихи о соколе, предания о бекасах и т. д. Такие материалы очень хотелось бы видеть переработанными для детской книжки.

В общем из материалов книги можно убедиться, что автор и его помощники усердно и тщательно вели свои наблюдения и внесли много нового в наши знания о якутских птицах.

Недочеты, встречающиеся в книге, не имеют большого значения. Мы упрем автору лишь в том, что сведения о размерах птиц он дает по научным сводкам. Между тем эти сведения представляли бы интерес только на основе местного материала, в котором у него вовсе не было недостатка.

Нельзя не заметить также, что Якутское книжное издательство весьма скупо и небрежно оформило книгу. Рисунки в ней слишком примитивны и скучны, их, несомненно, можно было сделать гораздо лучше.

Книга должна привлечь внимание не только якутских краеведов. Опыт Якутского института усовершенствования учителей заслуживает широкого подражания.

Т. Н. Гагина
Иркутск

ИНТЕРЕСНЫЕ МАРШРУТЫ ПУТЕШЕСТВИЙ ПО СИБИРИ

В. Н. Скалон
ПО СИБИРИ

В помощь туристам
Профиздат, 1953, 88 стр.

Эта маленькая книжка состоит из ряда небольших очерков, характеризующих природу ин-

тересных местностей Западной и Восточной Сибири.

Книжка имеет задачу пробудить в широких кругах советских туристов интерес к сибирским маршрутам, помочь ориентироваться тем, кто пожелает использовать свое свободное время на путеше-

ствие по рекам, горам и степям Сибири.

Книга начинается очерком о Нарымском крае, занимающем низменность на обоих берегах р. Оби, близ от впадения в нее р. Томи. В недалеком прошлом здесь было место ссылки револю-

пионеров, боровшихся против паризма. В Нарымском крае отбывали ссылку И. В. Сталин, Я. М. Свердлов, В. В. Куйбышев. На фотографии виден деревенский дом, в котором жил И. В. Сталин в Нарыме, а на другой — уголок кедрово-пихтово-еловой тайги, который, наряду с болотами, открыты оба берега р. Оби. В очерке отмечено, какой интерес имеет изучение четвероногих и пернатых обитателей этого края, а также его рыбных богатств.

Следующий очерк посвящен Горной Шории, занимающей бассейны рек Кондомы, Мрассы и других в верховьях р. Томи, на западных склонах Кузнецкого Алатау. Это край также лесистый, как Нарымский, но гористый и с более богатой флорой и фауной, интересными для туристов, а Кузнецкий бассейн будет интересен для них богатыми месторождениями угля и золота. Фотографии дают читателю вид проспекта Молотова в г. Сталинске на берегу р. Томи, шахты им. И. В. Сталина в Прокопьевске и долины р. Мрассы, поросшей кедровым лесом.

Очерк «По Хакасии» знакомит читателя с природой бассейна р. Абакан — главного левого притока Енисея, который до Октябрьской революции мало кому был известен. В с. Шушенском на р. Енисее три года прожил В. И. Ленин, и на фото читатель увидит его комнату. Хакасия расположена на юге Сибири, и в очерке указано, какой интерес представляет ее природа для туристов; хвойная тайга богата белкой, а в альпийской зоне — в Тувинской области, занимающей верховья Енисея, — можно увидеть и се-

верного оленя. На обратном пути из Хакасии можно остановиться в Красноярске и сделать экскурсию в заповедник «Столбы». Это большой массив сиенита на правом берегу Енисея с живописными утесами, выступающими среди леса; один из них показан на картинке.

Четыре очерка описывают туристические маршруты по южной половине Восточной Сибири. Первый из них посвящен интереснейшим окрестностям Байкала — самого глубокого и одного из самых больших по площади в мире озера, окруженного со всех сторон горными хребтами, склоны которых во многих местах обрываются прямо в глубокую воду, так что сухопутный маршрут вокруг озера часто прерывается. Озеро замечательно также по молодости образования своих глубин и крутизне берегов; своеобразна фауна и флора озера, в котором живет морское животное — тюлень.

Колоссальны рыбные богатства Байкала, далеко от его берегов славится омуль. Экскурсии по озеру возможны на лодках и пароходах, а не только вдоль берега пешком и верхом. Автор описывает поездку на пароходе, объезжающем интересные места и рыболовецкие пункты, посещение Баргузинского заповедника на восточном берегу, где разводится соболь. Рассказано о возможных походах из поселка Листвянки, стоящего у истока р. Ангара и имеющего лимнологическую станцию, по окрестным долинам и на катере. Интересна экскурсия на восточный берег в копи слюды и минералов Слюдянки и оттуда пешком на высоты хребта Хамар-Дабан,

на альпийские луга и к горному озеру Сердце. Интересная и полезная экскурсия на Байкал может занять целый месяц.

Второй очерк характеризует альпинистский поход из поселка Мовды, на границе Монголии, на вершину Мунку-Сардык в Восточном Саяне, где имеются два небольших ледника; на обратном пути можно посетить Тувинский целебный горячий источник.

Третий очерк описывает маршрут по Ангаре от Иркутска в Усолье с его соляными источниками и солеварней и дальше до селения Новая Уда, где можно осмотреть дом-музей И. В. Сталина, и затем возле г. Балаганска — красивую пещеру с ледяными сталактитами и сталагмитами. Экскурсию можно закончить интересной поездкой на пароходе по живописной порожиистой Ангаре, вплоть до ее впадения в Енисей.

Последний очерк рассказывает о походе в Нижнеудинские пещеры на р. Уде выше г. Нижнеудинска, интересные по своим размерам и ледяным отложениям. В них неоднократно находили кости животных четвертичного периода — мамонта, носорога, пещерного медведя и др. Поход в пещеры можно объединить с посещением Уковского водопада на р. Уде, который течет в ущелье каскадами по уступам черного траппа.

Эти очерки также поясняются фотоснимками живописных скал, ущелий, горных склонов и картинками маршрутов.

Автору — большому знатоку природы Сибири — удалось написать интересную и полезную книжку.

Академик В. А. Обручев

ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

О ПРИРОДЕ ПОЮЩИХ ПЕСКОВ

Читатель В. И. Рапп (г. Богодухов, Харьковской области) просит рассказать, что такое «поющие» пески и чем вызывается их звучание. На этот вопрос отвечает Л. С. Абрамов.

Звучащие скалы, воющие пещеры и ущелья, «звонящие» пирамиды и статуи, «стреляющие» камни, «поющие» пески — все эти шумы, издаваемые «неживой» природой, подчас кажутся настолько таинственными, что у многих народов издавна сложились своеобразные легенды, связанные с этими необычными явлениями. Особенно много легенд связано с поющими песками¹.

Одни легенды говорят о том, что будто бы в песках поют прекрасные сирены, привлекающие путников в глубь безводных пространств. Другие приписывают звучание песков колокольному звону древних городов, погребенных под безжизненными песками. Фигурируют в этих легендах и духи пустыни, и святые, и души усопших...

Действительно, звучание песков представляет собой необычайное явление природы. В безветренный солнечный день, при

легких порывах ветра «поющие» пески издают большей частью музыкальные, приятного тембра звуки, то звонкие, то трубные или певучие. Под ногами же человека или животного эти звуки становятся особенно причудливыми — слышен скрип смывка, лай собак, звон натянутой струны...

В некоторых местах пески звучат еще более эффектно. Например в Китае, в провинции Кансу, уже в IX в. нашей эры был известен «холм поющих песков» высотой около 150 м. Пески этого холма «пели» и сами по себе, но от прикосновения ноги человека пение необычайно усиливалось. И ежегодно в течение многих веков в праздник дракона люди поднимались на этот холм, а затем скатывались вниз по песчаному склону. При этом звук песков был подобен грому.

Пение песков иногда служит предвестником грозных явлений природы. Например, в пустыне Лоб-Нор, в Китайской провинции Синцзян, близ г. Тунванг («город песков»), перед началом песчаных бурь пески издают звуки, напоминающие бой барабана.

Распространены поющие пески весьма широко. Они известны в пустынях Китая и Монголии, в песчаных пустынях Африки и

Аравии, на Тихоокеанском побережье Южной Америки и на Британских островах, на Гавайях и в Северной Америке, на Атлантическом берегу США и в районе Великих озер.

Сведения о поющих песках в СССР неоднократно публиковались в печати. Так, В. К. Моляревский описал звучащий участок среди песчаного пляжа на Терском берегу Кольского полуострова. С. В. Обручев, кроме того, указывает местонахождения поющих песков в горах Калкан, в Средней Азии, и на Рижском взморье. Поющие пески в долине Днепра, под Херсоном, обнаружил Г. М. Илькун, а на берегу Байкала, на полуострове Святой Нос, — В. В. Ламакин. Наконец, В. Г. Высоцкий сообщил о поющих песках в долине р. Вилкой¹.

В редакцию журнала «Природа» поступили сведения о новых местонахождениях поющих песков. Сотрудники Релетекской песчано-пустынной станции А. П. Ландик и О. А. Михельсон сообщают о звучании песка в траншеях, выкопанных в 1934 г. для посадки винограда.

¹ См. Известия Всесоюзного географического общества, т. 75, 1953, вып. 4; «Природа», 1950, № 2; 1952, № 9; 1953, № 9; «Знание — сила», 1954, № 8.

¹ См. С. В. Обручев. Поющие пески, «Природа», 1948, № 7.

Есть поющие пески в долине р. Лены. Г. Е. Чистяков из Якутского управления гидрометслужбы наблюдал их на песчаных отмелях в 30 км выше Якутска, а Р. В. Абрамов — инженер Жиганского техникума Управления речных путей Ленского бассейна — даже за Полярным кругом. Ряд новых местонахождений поющего песка в долине Днестра — на отрезке от Кременчуга до Каховки — обнаружил сотрудник Института гидробиологии Днепропетровского государственного университета А. В. Евдущенко. Нет сомнения в том, что в ближайшее время этот список будет продолжен.

В одних местах звучат обширные площади незакрепленных барханных или дюнных песков так, что путнику кажется, будто вокруг поет вся пустыня. При этом громче звучат пески на гребнях барханов и дюн, чем в понижениях между ними. В других местах звучат лишь небольшие участки среди песков, неширокие песчаные косы и пляжи, подчас даже поросшие кустарником.

Несмотря на многочисленные обследования местонахождений поющих песков, исследования петрографического и минералогического состава песка, интенсивности звучания и т. д., природа этого интересного явления до конца все еще не раскрыта.

Установлено, что пески звучат лишь при определенных условиях. В лабораториях образцы поющих песков, как правило, молчат и ничем не отличаются от «немых». Сохраняют способность звучать лишь пески, доставленные в герметически закрытых сосудах.

Все очевидцы показывают, что способностью петь обладают только хорошо отсортированные и перевеянные, лишенные пыли и органических примесей, кварцевые пески, как правило, с одинаковыми по размеру зернами — от 0,3 до 0,5 мм в диаметре. Обычно поющие пески имеют светлую окраску и полированную поверхность зерен. Поет только сухой песок, с ненарушенной поверхностью. Если перемешать поверхность песка, звучание ослабевает. Ослабевает оно и с глубиной, где песок смачивается капиллярными водами. После дождя или в пасмурную, облачную погоду звучание песка прекращается.

Исследователи пытались по-разному объяснить звучание песка¹. Одни полагали, что звуки происходят при трении друг о друга миллионов песчинок, покрытых тонким налетом соединений кальция и магния — аналогично движению натертого канифолью смычка по струнам скрипки. Другие полагают, что при перевеянии песка или изменении его температуры происходит изменение объема пор между песчинками. Это обуславливает движение воздуха в песках, которое и вызывает «пение». Третьи считают, что звучание вызывается подземными водами, которые ночью при падении температуры начинают передвигаться. Наконец, полагают, что звуки, издаваемые песками, связаны с электролизацией песка, возможно, вызываемой трением песчинок.

¹ См. С. В. Обручев. Из истории исследования поющих песков, «Природа», 1950, № 7.

Это, на наш взгляд, наиболее вероятное объяснение звучания песка как будто подтверждается следующим экспериментом, осуществленным Я. В. Рожко¹. Исследователь хорошо просушил и провеял от пыли обыкновенный речной песок, удалил из него посторонние тела и крупные частицы. Затем песок был помещен между обкладками конденсатора и наэлектризован при помощи электрофорной машины. И таким образом удалось в лабораторных условиях воспроизвести звучание песка — при нажиме рукой он издавал скрипящие звуки, сначала громкие потом более тихие. Постепенно звучание песка вовсе прекратилось. Контрольный «пакет» из обычного, не наэлектризованного песка звуков совсем не издавал.

Но при каких именно условиях в природе происходит такая электризация песчинок, чем обусловлены громкость и тембр их пения, чем различаются с виду одинаковые соседние немые и звучащие участки песков, существует ли закономерность повторяемости звучания песков во времени — на все эти вопросы дать достоверный ответ пока еще нельзя. В решении этих вопросов могут помочь систематические наблюдения за каким-либо участком поющих песков, а также экспериментальные исследования: воспроизведение звучания в лаборатории, изучение вещественного состава песка, его зерен, кристаллических свойств и т. д.

¹ См. Я. В. Рожко. Опыты, воспроизводящие явления «поющих песков», «Природа», 1951, № 11.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва центр, М. Харитоньевский пер. 4, тел. К-4-98-00, Б-8-06-72

Подписано к печати 17/III 1955 г. Т-00145 Формат 82×108¹/₁₆. Печ. л. 13,52+5 вклеек. Уч.-изд. л. 13
Бум. л. 4 Тираж 42 500 экз. Зак. № 942

2-я тип. Издательства Академии наук СССР. Москва, Шубинский пер., д. 10

7 руб.