

ПРИРОДА



МАЙ

1 9 5 3



ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ПРИРОДА

МАЙ

5

1953

ГОД ИЗДАНИЯ Сорок второй

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. В. ВИНТЕР (техника), академик Е. Н. ПАВЛОВСКИЙ (зоология и паразитология), академик В. И. СУКАЧЕВ (ботаника), академик А. М. ТЕРНИГОРЕВ (техника), член-корреспондент Академии наук СССР А. Д. АЛЕКСАНДРОВ (математика), член-корреспондент Академии наук СССР А. П. ВИНОГРАДОВ (геохимия), член-корреспондент Академии наук СССР Б. М. ВУЛ (физика), член-корреспондент Академии наук СССР И. П. ГЕРАСИМОВ (география), член-корреспондент Академии наук СССР Н. А. КРАСИЛЬНИКОВ (микробиология), член-корреспондент Академии наук СССР Б. В. НЕКРАСОВ (химия), член-корреспондент Академии наук СССР А. В. ШУБНИКОВ (кристаллография), член-корреспондент Академии наук СССР Д. И. ЩЕРБАКОВ (геология), доктор биологических наук И. А. ЕФРЕМОВ (палеонтология), доктор биологических наук Л. А. ЗЕНКЕВИЧ (океанология), доктор физико-математических наук Б. В. КУБАРКИН (астрономия), доктор физико-математических наук В. Л. ЛЕВНИН (физика), доктор физико-математических наук К. К. МАРДКАНЦЕВИЧ (математика), доктор биологических наук Н. И. ПУЖЫН (биология), профессор И. И. ПОВИКОВ (теплофизика), А. И. ПАЗАРОВ

ВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
<i>Евгений Рыбка</i> ВЕЛИКИЙ ПОЛЬСКИЙ АСТРОНОМ	3
<i>А. Н. Попов</i> ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОВЕЩАНИЯ И УЛЬТРАКОРОТКИЕ ВОЛНЫ . .	15
<i>Профессор Н. М. Эмануэль</i> УЧЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ	26
<i>Профессор П. Д. Пшеничный</i> ПЕРЕДЛКА ПРИРОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ПУТЕМ ВОСПИТАНИЯ	39
<i>Профессор А. Е. Крисс</i> МИКРООРГАНИЗМЫ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ	49
СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ	
<i>В. Е. Иогансон.</i> Борьба с грязе-каменными потоками (К итогам III Всесоюзной конференции по изучению селей)	60
ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ	
<i>Г. И. Бялик.</i> «Телефотограф» — предшественник телевизора	64
НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ	
<i>С. Д. Шахов, Ю. Н. Квитницкий-Рыжов.</i> Выдающийся чешский ученый	69
<i>Ма Цзюнь-лин.</i> Душистая марь (Из опыта сельскохозяйственной станции Хуэй-вэнь города Чанли провинции Хэбэй)	71
ПО РОДНОЙ СТРАНЕ	
<i>Профессор Н. Л. Корженевский.</i> Ферганская долина	73
<i>С. Д. Лялицкая.</i> Кунгурская Ледяная пещера	82
НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ	
<i>С. С. Журавлев.</i> Солнечный телескоп Астрономической обсерватории Ленинградского университета (88). <i>И. И. Брейдо, П. Х. Прусс.</i> О разрешающей способности фотографического материала (90). <i>Т. А. Кухаренко.</i> Гуминовые кислоты ископаемых углей (92). <i>Профессор В. Л. Кретович.</i> Биохимия хлеба (98). <i>Е. А. Владимирова.</i> Некоторые биохимические показатели процессов возбуждения и торможения центральной нервной системы (102). <i>Т. Н. Годнев, В. М. Терентьев.</i> Борьба с полеганием хлебных злаков на торфяных почвах (105). <i>В. И. Буданов, А. С. Ионин.</i> Аккумулятивные формы и динамика берегов (108). <i>С. П. Поттоцкий.</i> Находка черепа мезолитического человека (111). <i>Д. В. Терновский.</i> Новое в биологии соболя (112).	
ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ	
<i>Т. О. Солдатов.</i> Друзья солнца (114). <i>А. И. Букирев.</i> Необычайный град (115). <i>Н. Н. Карлов.</i> Редкий случай образования оолитовых известняков (115). <i>М. М. Вересин.</i> Интересный экземпляр дуба (116). <i>Ф. М. Герасимов.</i> Опыт массового разведения аквариумных рыб (118). <i>Э. Г. Шаксель.</i> Весенний уход за земляникой (118).	
КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ	
<i>Профессор С. И. Кузнецов.</i> Труды выдающегося русского микробиолога	119
<i>Н. С. Егоров, М. А. Поповский.</i> По заветам И. И. Мечникова	120
<i>М. И. Радовский.</i> Книга об истории атомистики	122
<i>Академик В. А. Обручев.</i> Защита заповедников	123
ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ	
<i>Профессор Н. Е. Кабанов.</i> Жень-шень китайский	124
<i>Е. Ю. Шасс.</i> Чайный гриб	126
<i>Л. С. Теумин.</i> О витамине Р	128

ВЕЛИКИЙ ПОЛЬСКИЙ АСТРОНОМ

Евгений Рыбка

*Директор Астрономической обсерватории Вроцлавского университета
Польской Народной Республики*



В 1953 году исполняется 480 лет со дня рождения и 410 лет со дня смерти великого польского ученого Николая Коперника. 410 лет назад вышел в свет его бессмертный труд, заложивший прочные основы правильного учения о строении мира. Четырехсотая годовщина этого великого события протекала в военной обстановке, когда Польша находилась под тяжелым гнетом фашистских варваров. Разгром германского фашизма Советской Армией принес польскому народу независимость и свободу. Теперь польский народ празднует годовщину появления труда великого гения, внесшего столько много в сокровищницу культуры не только своего народа, но и всего человечества.

Коперник жил в эпоху Возрождения, в эпоху великих географических открытий и путешествий. Это была и эпоха распада феодализма, эпоха зарождения капиталистического хозяйства на западе Европы.

Великие эпохи порождают великих людей, и одним из них был Николай Коперник. Он создал новую теорию строения мира, которая своими ясными убедительными положениями заменила прежние смутные воззрения средневековья.

Николай Коперник родился в городе Торуне 19 февраля 1473 года. Он был сыном купца, который в 1455 году переехал в Торунь из Кракова, тогдашней столицы Польского государства. Отец великого астро-

нома вскоре после переселения в Торунь женился на Барбаре Ваченроде. От этого брака родилось четверо детей, из которых самым младшим был сын Николай.

Отец Николая Коперника умер в 1483 году, и забота о всей семье перешла к брату матери — Луке Ваченроде, в то время канонику Вармийской епархии, вскоре ставшему епископом. Дядя решил дать своему племяннику надлежащее образование, чтобы подготовить его к высоким церковным должностям.

Лука Ваченроде жил тогда в городе Влоцлавеке над Вислой, куда переехали его племянники — Николай и Андрей. Оба Коперника посещали кафедральную школу во Влоцлавеке, а после ее окончания в 1491 году были отправлены в Краков, в университет. Николаю Копернику было тогда 18 лет.

Польское государство, окрепшее после разгрома Тевтонского ордена крестоносцев, переживало в это время период мирного развития. Экономическому развитию страны способствовал свободный выход в море, полученный после того, как к Польше были присоединены польские земли, находившиеся до того под властью крестоносцев. Широко развернулась торговля в городах Торунь и Гданьск. Зажиточное население этих городов принимало активное участие в культурной жизни государства.

Особое место в развитии культурной жизни занимала столица государства — Краков. Краковский университет, основанный в 1364, а затем реорганизованный и расширенный в 1400 году, занимал видное место среди университетов Средней Европы. Крупные итальянские гуманисты Каллимах, Цельтес и другие жили в Кракове. Математика стояла в Кракове на таком высоком уровне, что Цельтес, тогда уже известный ученый, приехал в столицу Польши, чтобы изучать математику под руководством профессора Краковского университета, астронома Войцеха Брудзевского. Кроме Брудзевского, в Кракове преподавали другие видные ученые, лекции которых привлекали студентов из многих стран Европы. В такую научную среду попал в 1491 году молодой Николай Коперник.

Данные об обучении Николая Коперника в Кракове, к сожалению, очень скудны. Нет сомнения, что он воспитывался в атмосфере гуманизма и приобрел хорошие знания по математике и астрономии. Лекции по астрономии были целиком основаны на геоцентрической теории строения мира, данной в окончательной форме Птолемеом во II столетии нашей эры.

Теория Птолемея основывалась на двух тезисах Аристотеля: о неподвижности Земли и о равномерном движении всех небесных тел по окружностям. Земля, согласно этим взглядам, покоилась в центре Вселенной. Однако сложные видимые перемещения планет нельзя было объяснить движением непосредственно по окружностям, центр которых находится в центре Земли. Поэтому Птолемей предположил, что вокруг Земли движется по окружности не планета, а центр иной окружности, по которой движется планета. Первая окружность носила название деферента, вторая — эпицикла. Такая сравнительно простая схема не была достаточно для объяснения наблюдаемых движений Солнца, Луны и планет; поэтому к главным эпициклам пришлось добавлять вторичные эпициклы и даже вводить различные фиктивные окружности, вроде так называемых эквантов, из центров которых неравномерное движение планет кажется равномерным.

Геоцентрическая система мира стала очень громоздкой. Разногласия между наблюдаемыми и вычисленными по теоретическим

данным положениями планет выступали все чаще и чаще, вследствие чего надо было придумывать новые сочетания круговых движений. Особенно большие трудности встречались в теории движения Луны. Для устранения разногласий между наблюдаемыми и теоретически вычисленными положениями Луны, Птолемей предполагал такое сочетание круговых движений, из которого следовало, что Луна во время первой и последней четверти в два раза ближе к Земле, чем во время полнолуния. Но Птолемей и другие астрономы не могли дать разумного ответа на возражение, почему угловой диаметр Луны отнюдь не в два раза больше во время четвертей, чем во время полнолуния, как это следовало бы ожидать, согласно геоцентрической системе мира.

Теорию Птолемея пробовали усовершенствовать в XV столетии венский астроном Пурбах, германский астроном Региомонтан и упомянутый выше Брудзевский. Но, несмотря на их труд, усовершенствование теории движения планет на основе геоцентрического принципа было невозможно. Брудзевский отчетливо видел несостоятельность тогдашних теорий движения планет. Он требовал, чтобы вычислялись истинные орбиты планет, а не фиктивные окружности. Но ему еще не пришло в голову, что теория Птолемея в корне неверна и что развитие астрономии требует создания новой теории.

В течение трех лет своего обучения в Кракове Николай Коперник имел возможность довольно обстоятельно познакомиться с господствующими взглядами и отдать себе отчет о противоречиях теории Птолемея. Однако для того, чтобы отвергнуть ложную теорию Птолемея и дать новую теорию строения мира, знания, приобретенные Коперником в Краковском университете, были еще недостаточны.

После окончания Краковского университета Николай Коперник возвращается в Вармию, к своему диде Луке Ваченроде, который был уже тогда епископом. Лука, желая выдвинуть своего племянника на должность каноника и подготовить как можно лучше к этой должности, послал его в Италию, в Болонский университет.

С января 1497 года Коперник стал студентом Болонского университета, где формально изучал церковное право, согласно желанию дяди и Вармийского капитула,

а фактически больше занимался астрономией. Спустя несколько месяцев после прибытия в Болонью, он подружился с профессором астрономии Доменико Мария Новара, вместе с которым производил астрономические наблюдения. Первое наблюдение Коперник произвел уже 1 марта 1497 года, определив момент покрытия Луной яркой звезды Альдебаран. Это наблюдение было сделано Коперником для проверки теории движения Луны. Оно доказало, что Птолемея теория движения Луны неверна, так как Луна во время четверти находилась практически на таком же расстоянии, как и во время полнолуния.

Астрономические вопросы оживленно обсуждались в Болонском университете. В этих обсуждениях Коперник принимал активное участие. Тогда он решил доказать, что звезды неподвижны и что их видимое движение является отражением вращения Земли.

В 1497 году Луке Ваченроде удалось провести в Вармийском капитуле выбор Николая Коперника в каноники с трехлетним отпуском для изучения церковного права в Италии. Это позволило Копернику продолжать ученые занятия, так как должность каноника была связана с значительными доходами. Но юридическое обучение Коперника, занимавшегося преимущественно астрономией, продвигалось медленно. По истечении трехлетнего отпуска, в 1501 году Николаю Копернику пришлось вернуться в Вармию без намеченной доктор-

ской степени в области церковного права. Но в том же году ему удалось получить второй отпуск в Италию на два года для того, чтобы не только завершить юридическое образование, но и изучить медицину в Падуанском университете.

Копернику пришлось очень усердно работать, чтобы в короткий двухлетний срок завершить свое юридическое и медицинское образование. А ведь самыми существенными для него все время оставались астрономические проблемы, к решению которых он подготавливался очень тщательно. Чтобы иметь возможность читать греческих писателей, он изучил греческий язык. Чтение латинских и греческих текстов приносило Копернику большую пользу. Познакомился он с так называемыми «Проблемами Цицерона», где нашел намек, что Солнце, Луна и звезды могут быть неподвижны, а Земля движется. Эта мысль была очень неясной, и Коперник сознавал, что без математических рассуждений нельзя объяснить сложных движений планет. Возможно, однако, что он уже тогда пришел

к убеждению, что наблюдаемые движения небесного свода и частично движение планет могут быть отражением движения Земли, а именно вращательного движения вокруг оси и обращения вокруг Солнца.

В мае 1503 года в университете в Ферраре, после экзаменов, Николаю Копернику была присуждена степень доктора церковного пра-



Портрет Коперника, рисованный Штиммером по автопортрету

ва. Он еще вернулся на короткое время в Падую, чтобы завершить медицинское обучение. В конце 1503 года или в начале 1504 года он отправился на родину. Уезжал он из Италии не только с глубоким знанием астрономии, права, медицины и классической филологии, но, повидимому, с прочным убеждением, что Птолемея система мира неверна и что центром движения планет и Земли является Солнце. Эту идею следовало подвергнуть научной обработке, что Коперник сделал уже в Польше, где он провел всю остальную часть своей жизни.

После возвращения в Польшу Коперник вступил в исполнение должности каноника Вармийского капитула. Хотя местом его постоянного жительства должен был быть Фромборк, но он преимущественно пребывал в Лидзбарке, во дворце своего дяди, в качестве советника и врача.

Вармия управлялась тогда епископом как автономное княжество. Ваченроде был более занят политическими вопросами, чем церковными делами. Его дипломатическая деятельность была направлена против Тевтонского ордена, который всячески старался снова получить во владение незадолго до того возвращенные Польше земли. Лука Ваченроде был всю жизнь польским патриотом и решительным противником Ордена. Таких же убеждений придерживался и его племянник, ученый, доктор Николай Коперник. Но политические проблемы, хотя и очень важные для доктора Николая, не занимали главного места в его деятельности. Его мысли уже давно были заняты идеей создания новой теории строения мира, теорией, которой следовало заменить ложную и полную противоречий теорию Птолемея.

Во время своих частых путешествий вместе с епископом Ваченроде Коперник, несомненно, имел возможность беседовать на астрономические темы с людьми, которые интересовались этими проблемами. Именно в это время у Коперника окончательно созрела гелиоцентрическая теория строения мира. Чтобы познакомить своих друзей с этой теорией, Коперник написал около 1509 года краткий очерк, известный под названием «Николая Коперника о гипотезах небесных движений им составленный малый комментарий». В дальнейшем мы будем называть его кратко — «Малым Комментарием». Рукопись этого очерка была найдена лишь

в конце XIX века; не выяснено, дано ли длинное его название Коперником или неизвестным переписчиком найденной рукописи.

В этом небольшом сочинении Коперник дал семь отчетливых тезисов своего гелиоцентрического учения. Среди тезисов находим следующие: «1. Центр Земли не является центром мира, но только центром тяжести и лунной сферы. 2. Все сферы вращаются вокруг Солнца как вокруг центральной точки, следовательно, Солнце является центром мира. 3. Видимые движения небесного свода происходят не от его движения, а от движения Земли, которая вместе с окружающими ее элементами вращается вокруг оси, в то время как небесный свод и самые высокие небеса неподвижны. 4. Видимое движение Солнца не происходит от движения Солнца, но от движения Земли, которая обращается вокруг Солнца как одна из планет. 5. Видимое прямое и попятное движение планет происходит как от их движения, так и от движения Земли».

Все эти тезисы были даны пока Коперником без математических доказательств. Ученый сознавал, что «Малый Комментарий» не является работой, которую можно было бы опубликовать. Еще предстоял громадный труд по увеличению наблюдательного материала и математической обработке новой теории. А этому труду пока мешали его обязанности при Луке Ваченроде. Но в 1512 году дядя неожиданно умер, и Коперник после выбора нового епископа обосновался во Фромборке, где жил в башне монастырской стены. Здесь он устроил обсерваторию, поставил два собственноручно сделанных инструмента: параллактический инструмент и трикветрум. Этими инструментами Коперник определял расстояние Луны, измерял положение Луны и планет и определял угол наклона эклиптики к экватору. Кроме того, Коперник наблюдал положения Солнца с целью более точного определения длины тропического года. Это нужно было для реформы календаря, затеянной папой Львом X. Реформа тогда не осуществилась, так как движение Солнца и Луны не было известно с достаточной точностью.

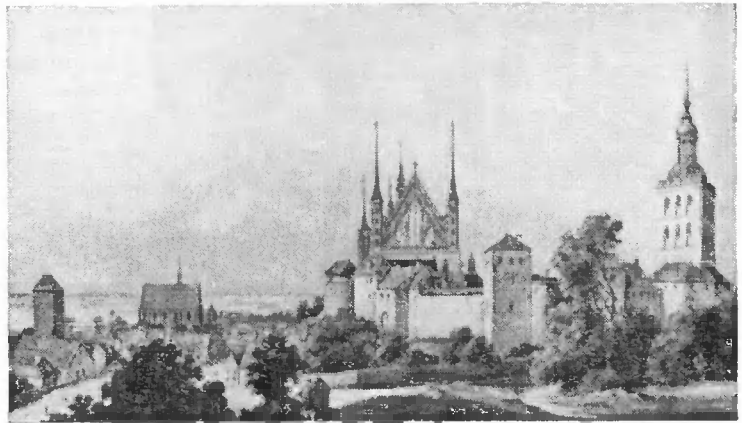
Наблюдательная работа Коперника во Фромборке была частично прервана в 1516 году, когда он был назначен управителем имений Вармийской епархии. Управлял он городами, селами и людьми в районе Оль-

штына, куда и переселился. Власть его была обширна. Он судил даже дворян, живших в Вармии и его районе, определял арендную плату, размещал новых поселенцев и т. п. Будучи передовым человеком, Коперник заботился о крестьянах, из которых нескольким дал свободу.

Вероятно, в Ольштыне Коперник начал писать свое главное сочинение — «Книги обращений» (*Libri revolutionum*). Наблюдения, произведенные во Фромборке, дали Копернику новый материал, на котором он основывал окрещенную уже гелиоцентрическую систему. Точно неизвестно, сколько глав своего сочинения Коперник написал во время исполнения обязанностей управителя имений Вармийской епархии. Этот пост требовал частых путешествий, что, конечно, мешало научной работе. Поэтому к концу 1519 года, после трехлетней административной работы, он возвращается во Фромборк, чтобы заняться целиком научной работой.

Но Коперник не имел еще возможности все свое время отдавать астрономической работе. Обстоятельства потребовали его участия в разрешении ряда финансовых вопросов. Это было вызвано неупорядоченностью денежного обращения в северной Польше. Там существовали четыре монетных двора, эксплуатируя которые, Орден крестоносцев и города наживали большие барыши переплавкой полноценных монет и чеканкой новых, с меньшим содержанием серебра против установленной нормы. Все это влекло за собой рост цен и бедствия народа.

Коперник не только сознавал причины этих бедствий, но указывал путь, который должен привести к улучшению экономической обстановки. Свои предложения он изложил в трактате «О чеканке монеты», в котором первый сформулировал экономический закон, гласивший, что худшие деньги вытесняют лучшие. Этот закон был открыт Коперником на 50 лет раньше английского экономиста Грешема, и неправильно носит иногда в политической экономии название закона Грешема. В своем



Фромборк во времена Коперника. Справа — собор. В стене, окружающей собор (слева от дерева), видна башня, в которой жил Коперник

трактате о монете Коперник предлагал, чтобы деньги чеканились только в одном монетном дворе для всей страны.

Трактат о монете был написан Коперником для предложения сеймику Прусских Земель, как тогда называлась северная Польша. Этому помешала война, неожиданно разразившаяся в начале 1520 года. Крестоносцы напали на Вармию, жгли города и села и убивали мирных жителей. Их нападению подвергся и Фромборк. Но враги не смогли разрушить стену, окружающую собор во Фромборке, — убежище Коперника. Во время этого нападения все каноники бежали за пределы Вармии, и лишь один Коперник мужественно остался во Фромборке, где дождался прибытия польского войска.

В это время Коперник отдавал все свои силы и знания на службу родной стране. Он вернулся в Ольштын, где стал военным командантом города и соседних городов. Коперник так хорошо справился с укреплением Ольштына, что крестоносцы не осмелились брать приступом город, хотя подошли к нему. После кратковременной осады они были принуждены отступить.

Коперник мужественно содействовал польским государственным властям в их борьбе с лицемерными рыцарями Тевтонского ордена. Во время перемирия он подал сеймику в Грудзиондзе жалобу на разбойничьи действия тевтонцев в Вармии. Он выступал также против чеканки крестоносцами плохой монеты, причиняющей экономические



Памятник Копернику в Варшаве перед зданием Академии наук Польской Народной Республики

бедствия стране. Трактат Коперника о чеканке монет был заслушан на сеймике в Грудзиондзе в 1522 году с большим вниманием.

Значение Коперника в Вармийском капитуле было тогда громадно. Не удивительно, что после смерти Вармийского епископа Фабияна Коперник был избран управителем епархии. Эту должность он занимал больше полугода — вплоть до выбора нового епископа.

Управление Вармийской епархией было последним крупным эпизодом в оживленной деятельности Коперника как управителя, политического деятеля, военного организатора и попечителя епархии. После избрания нового епископа Коперник вернулся во Фромборк к своим научным занятиям, прежде всего к составлению своего бессмертного сочинения. Надо сказать, что

даже в годы напряженного общественного труда (1516—1523) Коперник не упускал возможности производить наблюдения, которые были ему нужны для научной работы.

У нас нет точных сведений о том, как создавалось сочинение «Об обращениях». Вероятно, к 1532 году это сочинение, начатое около 1515 года, было уже окончено. Однако Коперник не решился еще его печатать, вероятно потому, что вполне сознавал революционность своего учения.

Сочинение Коперника состояло первоначально из семи книг. Возможно, что оно было известно немногочисленным друзьям Коперника, в первую очередь Тидеманну Гизе. Хотя Коперник вложил очень много труда в свое сочинение, однако находил время, чтобы исполнять все обязанности, связанные с должностью каноника и врача. Его врачебное искусство было широко известно даже за пределами Вармии.

Учение Николая Коперника не могло оставаться долго в неизвестности. Между прочим, оно стало известно римским гуманистам, вследствие чего Коперник получил в 1536 году письмо от кардинала Шонберга с просьбой прислать ему сочинение, содержащее науку о движениях Земли и планет, чтобы дать возможность познакомиться с великим открытием всем любителям науки. Но Коперник не мог решиться послать рукопись в Рим Шонбергу, а в следующем году Шонберг умер.

Книга Коперника оставалась в рукописи и вряд ли была бы сдана им в печать, если бы к концу его жизни не заинтересовался ею молодой немецкий математик Георгий Иоахим фон Лаухен, называемый Ретиком (от его родной страны Реции). Ретик родился в 1514 году. Талантливый юноша стал профессором математики лютеранского университета в Виттенберге в возрасте всего 22 лет. Когда к Ретику дошли слухи о новом учении Коперника, он решил отправиться в Польшу, чтобы изучить новую систему мира непосредственно у ее творца. Летом 1539 года Ретик приехал во Фромборк и стал учеником Коперника, который принял его очень гостеприимно, несмотря на то, что Ретик, лютеранин, приехал из центра лютеранства — Виттенберга. Визитом не-



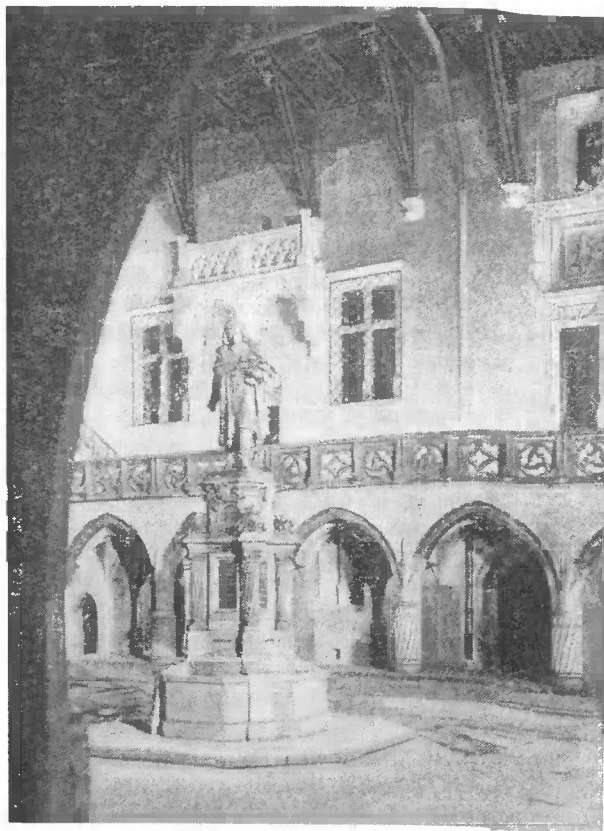
НИКОЛАЙ КОПЕРНИК

Картина Яна Матейки

обычного гостя во Фромборк заинтересовался друг Николая Коперника, Тидеманн Гизе, занимавший тогда пост епископа Хелминской епархии. Он пригласил Коперника и Ретика в Любаву, в свой дворец, где в течение нескольких месяцев обсуждались научные вопросы, связанные с сочинением Коперника.

Ретик относился к Копернику и его учению с большим уважением. Во всех письмах, которые Ретик пишет на родину своим знакомым, он именует Коперника «Господин Доктор Наставник» (*Dominus Doctor Praeceptor*). Уже предварительное изучение рукописи великого астронома произвело сильное впечатление на Ретика. Он вместе с Тидеманном Гизе усиленно убеждал 67-летнего Коперника издать книгу. Им удалось наконец преодолеть возражения Коперника, который решил перед печатью тщательно просмотреть свою рукопись. Пока он этим занимался, Ретик, после изучения первых четырех книг «Об обращении», составил открытое письмо к нюрнбергскому математику Шонеру, которое напечатал в Гданьске анонимно. Это письмо известно под заглавием «Первое повествование». Его полное заглавие следующее: «Славнейшему мужу, господину Иоанну Шонеру, о книгах обращений ученейшего мужа, виднейшего математика, уважаемого Господина Доктора Николая Коперника из Торуня, вармийского каноника, первое повествование, составленное неким юношей, изучающим математику». В этом повествовании Ретик правильно излагал основы учения Коперника. Повествование имело такой громадный успех, что через год было переиздано в Базеле, уже с названием фамилии автора.

В 1541 году Коперник уполномочил Ретика заняться изданием книги «Об обращениях», рукопись которой Ретик привез с собой осенью 1541 года в Виттенберг. Он решил издать книгу у Петрея в Нюрнберге, причем редактором книги был лютеранский богослов Осиандер. Печатание началось весной 1542 года. К сожалению, издатели подошли к книге бесцеремонно, иногда меняли содержание и даже без согласования с автором добавили анонимное предисловие, написанное Осиандером, который в этом предисловии представил теорию Коперника не как истинную, а только как гипотезу, удобную для вычислений. Эта



Памятник Копернику в Кракове, во дворе старинной университетской библиотеки

гипотеза, как говорилось в предисловии, может быть даже целиком неверна, лишь бы дала возможность правильного предсказания положений планет. Осиандер, кроме того, переименовал заглавие книги. Нам неизвестно, какое заглавие дал ей Коперник, так как заглавный лист рукописи не сохранился. Коперник называл свою книгу «*Libri revolutionum*», что переводится «Книга обращений», и так же точно называл ее Ретик. А напечатали ее в Нюрнберге под названием, данным Осиандером: «*De revolutionibus orbium coelestium libri sex*», что переводится «Об обращениях небесных кругов шесть книг».

Перемены, введенные Осиандером, были сделаны с целью угодить богословам, особенно Меланхтону и Лютеру, которые решительно осуждали учение Коперника как противоречащее «священному писанию».

Эти резкие противоречия Осандер пробовал ослабить своим анонимным предисловием, в котором подчеркивалась гипотетичность коперниковского учения, и заглавием, в котором, согласно прежним взглядам, говорится о «небесных кругах», а не о движущихся планетах.

Печатание книги Коперника началось в мае 1542 года и закончилось не позже апреля 1543 года. Книга была напечатана большим для того времени тиражом — около 1000 экземпляров, на средства Петрея, который занимался ее распродажей.

Здоровье Коперника во время печатания его книги быстро ухудшалось. Еще в 1542 году он был в переписке с Петреем, которому послал обращение к папе Павлу III для помещения его в «Книге обращений», но старость и болезнь быстро овладевали великим ученым, который скончался 24 мая 1543 года. Есть сведения, что накануне во Фромборк был привезен полный напечатанный экземпляр книги Коперника. Видел ли он ее перед смертью — неизвестно. По преданию, Коперник дотронулся до книги остывающими перстами.

Труд Коперника читали с большим интересом. Состоял он из шести книг, вместо первоначальных семи, так как две первые книги Коперник соединил в одну.

В первой книге великий ученый пишет о шарообразности Вселенной, о том, что Земля тоже имеет форму шара, состоящего из суши и воды. Дальше в этой же книге читаем, что небесные тела движутся равномерно по кругам, что такое движение присуще Земле, что небо несомненно в сравнении с Землей и что утверждение древних о том, что Земля покоится в центре мира, несостоятельно. В конце книги помещено изложение сферической тригонометрии.

Во второй книге Николай Коперник излагает сферическую астрономию, дает числовые таблицы и каталог звезд. Третья книга содержит очень важные исследования, касающиеся продолжительности года и орбиты Земли. Много внимания Коперник уделяет прецессии и уменьшению угла наклона эклиптики к экватору. Эти рассуждения в значительной части основаны на собственных наблюдениях ученого. В третьей книге, кроме того, помещены рассуждения о неравномерном годовом движении Солнца и о сутках.

В четвертой книге Коперник дает теорию движения Луны. Так как движение Луны не могло быть объяснено Коперником одним круговым движением, он был принужден ввести два эпицикла. Согласно его теории, расстояние Луны от Земли менялось в отношении 3 : 4 (в действительности 7 : 8), между тем как по теории Птолемея это расстояние должно было меняться в отношении 1 : 2. Теорию Луны Коперник основывал преимущественно на собственных наблюдениях, главным образом на наблюдениях затмений Солнца и Луны.

В пятой книге Коперник детально рассматривает движение планет вокруг Солнца, выясняя, каким образом неравномерности в движении планет могут быть объяснены движением Земли вокруг Солнца. Он рассматривает движение каждой планеты отдельно, начиная с Сатурна и кончая Меркурием. Он использовал при этом огромный числовой материал, накопленный древними, и дополнил его собственными наблюдениями.

В шестой книге Коперник рассматривает движение планет по широте, иначе говоря, пишет об углах наклона орбит планет к орбите Земли.

Сочинение Николая Коперника содержит почти всю астрономию тогдашних времен. Он подходит совершенно по-новому к решению основных задач астрономии, причем впервые с полной последовательностью объясняет многие наблюдаемые явления движением Земли вокруг оси и вокруг Солнца. Это значительно упростило математическое обоснование теории строения мира.

Надо, однако, сказать, что Коперник еще не решился отказаться от принципа кругового движения планет и потому считал необходимым оставить некоторые эпициклы, чтобы ими представить наблюдаемые неравномерности в движении Луны и планет. Но сохранение эпициклов у Коперника сходно в основном с математическими методами современной астрономии, где в вычислениях применяется разложение в ряды Фурье, которое по сути дела является разложением на сумму круговых движений, вследствие чего каждый член разложения может быть представлен соответственным эпициклом.

Учение Коперника получило распространение еще до выхода в свет его труда. В бур-

ную эпоху Возрождения, эпоху великих географических открытий, эпоху наступающей смены феодального строя новыми экономическими формациями, это учение вносило революционные мысли, которые способствовали социальным переменам. Это революционное учение было направлено прежде всего против религиозных догматов: аксиом о неподвижности Земли и об обращении вокруг нее всех небесных тел. Поэтому яркими противниками теории Коперника стали богословы, сначала лютеранские, а потом и католические. Лютер был ознакомлен с теорией Коперника еще около 1533 года и прямо называл Коперника «дураком», нелепое утверждение которого о подвижности Земли и неподвижности Солнца находится «в полном разногласии со священным писанием».

Таковыми «аргументами» церковники пытались препятствовать распространению учения Коперника. Но дальнейший прогресс в науке стал немислим без перемены взглядов на строение мира. Это, однако, произошло не сразу. Следует заметить, что даже многие образованные люди, занимавшиеся во времена Коперника астрономией, не понимали сущности его учения. Самым важным они признавали то, что Коперник составил точные таблицы движений планет, дающие возможность хорошо предсказывать их положения, а гелиоцентрическую теорию движения Земли и планет они считали второстепенным делом.

В течение многих лет Ретик был почти единственным защитником теории Коперника. Опасаясь за свою жизнь, он бежал в 1542 году из Виттенберга, центра лютеранства. Жил он сначала в Шюрнберге, потом в Лейпциге, а в 1550 году вынужден был покинуть Германию. Скитался Ретик по Австрии и Чехии и наконец поселился в Польше, в Кракове, где жил около 15 лет, почти до своей кончины.

В Польше непосредственно после выхода в свет книги Коперника образованные люди не отнеслись с надлежащим вниманием к новой теории. В Краковском университете, во второй половине XVI столетия уже не было таких великих ученых, каким был Войцех Брудзевский. Хотя учение Коперника не было еще запрещено католической церковью, но оно не излагалось профессорами Краковского университета. Лишь таблицы

положений планет, составленные Коперником, часто использовались астрономами и астрологами Краковского университета, так как лучше согласовались с наблюдениями, чем таблицы предшественников великого астронома.

В Европе не было пока людей, которые могли бы понять глубокий смысл коперниковского учения. Астрология все еще занимала более важное место, чем астрономия. Все знатоки астрономии того времени нуждались в точных положениях планет, прежде всего, для составлений гороскопов знатных людей, а не для исследования законов движения небесных тел.

Современники Коперника не понимали двух основных принципов, на которых основывалось все его учение. Первым из них был принцип относительности, наиболее последовательно проводимый Коперником в толковании движения планет. До Коперника в астрономии кажущиеся явления принимались за действительные. Лишь Коперник указал, что такой взгляд неправилен. Его величайшей заслугой было указание на то, что суточное обращение небесного свода с востока на запад является лишь отражением вращения Земли вокруг оси с запада на восток, и что движение Солнца на небе является отражением обращения Земли вокруг Солнца. Все это следовало из принципа относительности.

Коперник отлично понимал относительность движения, когда писал: «Всякое воспринимаемое изменение положения происходит вследствие движения либо наблюдаемого предмета, либо наблюдателя, либо вследствие движения того и другого, если, конечно, они различны между собой; ибо когда наблюдаемый предмет и наблюдатель движутся одинаковым образом и в одном направлении, то не замечается никакого движения между наблюдаемым предметом и наблюдателем»¹.

Второй принцип Коперника состоял в требовании, чтобы астрономические теории были согласованы с наблюдаемыми фактами; требование, которое проводится с полной последовательностью в современной науке. Следуя этому принципу, Коперник усердно производил наблюдения в течение 44 лет, с 1497 года в Болонье и кончая наблюдением

¹ «Николай Коперник». Изд-во АН СССР, 1947, стр. 29.

солнечного затмения в 1541 году во Фромборке, за два года до своей смерти.

Дальнейшее углубление коперниковского учения требовало значительного уточнения астрономических наблюдений и получения качественно новых сведений о небесных телах. Это было сделано великими последователями Коперника — Тихо Браге, Галилеем и Кеплером.

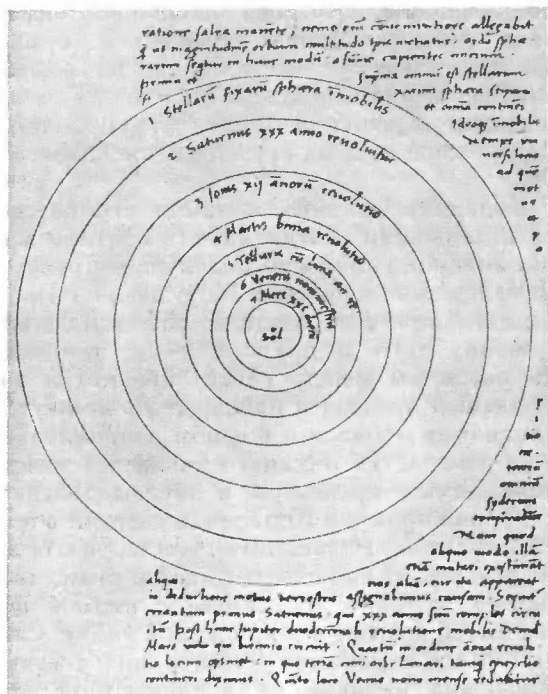
Тихо Браге (1546—1601) относился с большим уважением к учению Коперника. Датский король Фридрих II предоставил ему необходимые средства для создания астрономической обсерватории, которую Браге построил около 1580 года на острове Гвэн и работал в ней до 1597 года. Она была оборудована инструментами, сделанными в большинстве по плану Браге, которому удалось в несколько раз повысить точность наблюдений. В течение многих лет Тихо Браге наблюдал положения планет и звезд. Для подтверждения правильности теории Коперника он пробовал обнаружить в положениях звезд годовые передвижения, ко-

торые были бы следствием движения Земли вокруг Солнца. Но, несмотря на высокую точность своих наблюдений, Браге не нашел ни малейших ожидаемых передвижений. Он усомнился тогда в правильности учения Коперника и предложил собственную теорию, по которой Земля покоится в центре мира, но не является центром движения планет, которые вращаются вокруг Солнца, а оно, в свою очередь, вращается вокруг Земли.

Теория Тихо Браге не нашла сторонников, так как она содержала слишком искусственное толкование наблюдаемых движений планет. Самой большой заслугой Браге были его точные наблюдения, которые в руках его ученика, Иоганна Кеплера, стали основанием для вывода законов движения планет, в том числе и Земли. Законы Кеплера явились огромным шагом вперед к упорочению гелиоцентрической теории строения мира.

В то же время теория Коперника нашла поддержку со стороны великого итальянского ученого Галилея, который применил подзорную трубу к наблюдениям небесных светил и сделал при помощи ее несколько замечательных открытий. Он увидел в свой телескоп, что планета Юпитер окружена спутниками, движущимися вокруг планеты, как вокруг центра. Это было доказательством того, что планеты могут быть центром движения других небесных тел. Дальше Галилей открыл фазы Венеры, которые можно было объяснить только теорией Коперника, так как они были в полном противоречии с теорией Птолемея. Кроме того, астрономическая труба указала Галилею множество звезд, невидимых невооруженным глазом — нарек на то, что звезды находятся на различных расстояниях и что сферы постоянных звезд нет.

К этим великим достижениям Галилея, которые открывали новые пути науке, следует добавить учение великого итальянского мыслителя Джордано Бруно. Он сделал философские выводы, которые прямо следовали из теории Коперника. Бруно, в полном согласии с современными нам взглядами, утверждал, что Солнце является звездой, что во Вселенной существует бесконечное количество звезд — солнц, из которых ни одна не находится в центре мира, ибо «Вселенная не имеет и края, но безмерна и бес-



Чертеж гелиоцентрической системы мира, собственноручно сделанный Коперником

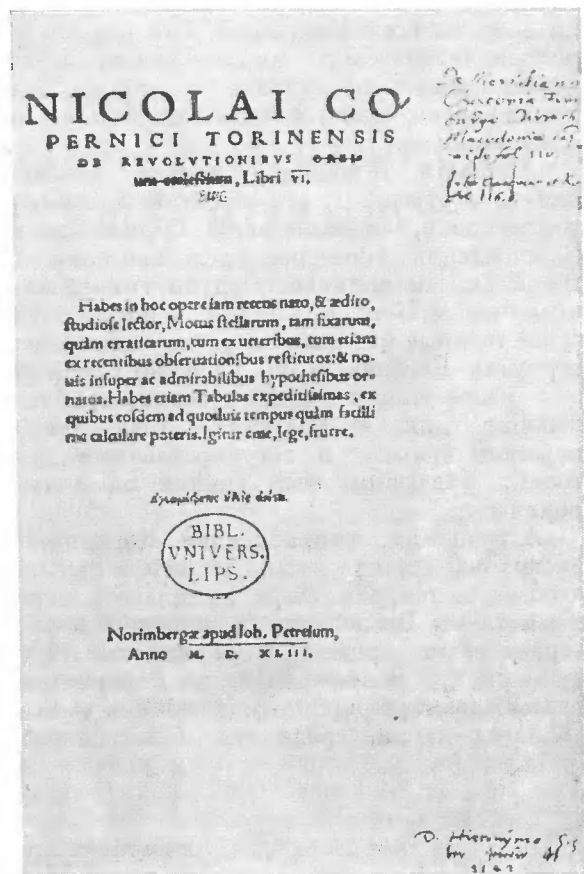
«конечна». Кроме того, Бруно выдвинул мысль о вращении Солнца и звезд вокруг оси и об обитаемости других небесных тел вне Земли. Эти тезисы, вполне соответствующие современным научным взглядам на строение Вселенной, наносили удар по антропоцентрическим взглядам и оказали большое влияние на развитие естественных наук. Таким образом, мысли Джордано Бруно стали базисом материалистического учения, в развитии которого они сыграли прогрессивную роль.

Конечно, учение Бруно не могло не встретить противодействия католической церкви, правители которой поняли тогда, к каким последствиям ведет учение Коперника. Они поняли, что это учение не может мириться с догматами о сотворении мира и о центральном положении в нем человека. Джордано Бруно был сожжен инквизицией на костре. Сочинение Коперника, которое сначала не считалось опасным для католической церкви, было занесено папой в 1616 году в список книг, запрещенных верующим для чтения, а учение Коперника было признано ересью. Но прогресс науки не мог быть приостановлен гонениями этого рода. Хотя Галилей был принужден инквизицией отречься от «коперниковской ереси», его открытия стали так широко известны, что с его времен никто из подлинных астрономов не сомневался в правильности теории Коперника.

После того как Галилей и Кеплер укрепили основы развития правильных взглядов на строение мира, следовало установить общий закон, который мог бы объединить правила Кеплера. Таким законом стал закон всемирного тяготения, из которого непосредственно вытекали правила движения планет, данные Кеплером. Закон тяготения, высказанный Ньютоном, завершил то, что было начато Коперником. Вскоре, около 1725 года, Брайлей в Англии открыл явление абберрации света, которое обнаруживается видимыми перемещениями звезд с периодом, равным году. Это было первое, вытекающее из наблюдений, доказательство движения Земли вокруг Солнца.

* * *

Для того чтобы полностью охарактеризовать значение творчества Коперника для пришедших после него поколений, следовало



Титульный лист первого издания книги Коперника «Об обращениях...»

бы дать историю не только астрономии, но и других наук, естественных и философских. Ведь всякое правильное понимание окружающей нас природы на Земле или вне ее основывается на главном тезисе учения Коперника, что Земля не является центром мира, но одной из планет движущихся вокруг Солнца. Из учения Коперника вытекало, что движение Земли подчиняется тем же законам, которые присущи движению других планет, а это ведет к заключению, что Земля не отличается ничем существенным от других планет. Вследствие этого не было больше оснований для того, чтобы предполагать какие-то особые законы для явлений на Земле и для явлений на небе. Это повело к научно правильному утверждению

о единстве законов природы и о единстве материи во всей Вселенной. Эти два тезиса материалистического мировоззрения, к которым привело нас учение Коперника, блестяще подтверждаются астрономическими исследованиями.

Личность Коперника нельзя рассматривать в отрыве от его эпохи. В Копернике воплотилась, прежде всего, бурная эпоха Возрождения, типичным представителем которой он сам являлся. Будучи универсальным ученым, Коперник не только решал очень существенные научные вопросы, касающиеся строения Вселенной, но успешно работал над разрешением экономических проблем, важных для государства. Был он и хорошим врачом, и государственным деятелем, отдающим свои знания на пользу родины.

Астрономия, направленная Коперником на верную дорогу, пошла по ней и дальше, чтобы все шире и шире раскрывать перед нами тайны Вселенной, бесконечной в пространстве и во времени. Коперник жил в бурную эпоху Возрождения и Реформации, ознаменованную огромными успехами во всех областях науки, среди них и астрономии.

Эпоха буржуазной французской революции конца XVIII столетия принесла нам труды Лапласа, труды других великих астрономов, химиков, математиков. Бурная первая четверть XX столетия принесла, одновременно с большим прогрессом техники, огромное расширение наших знаний о Вселенной.

Великая Октябрьская социалистическая революция повела науку по новым путям.

Исследования советских астрономов, основанные на принципах диалектического материализма и производимые в новых, чрезвычайно благоприятных условиях, привели к разрешению многих вопросов, которые раньше казались неразрешимыми. Благодаря этому советская астрономия заняла первенствующее место в мире.

Сегодня все мы, ученые, считающие своим долгом трудиться для мирного процветания человечества, с благодарностью вспоминаем великого польского астронома Николая Коперника, бессмертный труд которого заложил основы правильного представления о Вселенной, способствующего развитию науки, служащей на благо народов.



ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАДИОВЕЩАНИЯ И УЛЬТРАКОРОТКИЕ ВОЛНЫ

А. Н. Попов



Радиоволны, при помощи которых передается вещание, представляют собой электромагнитные колебания, как и световые лучи. От световых лучей они отличаются лишь частотой колебаний, т. е. длиной волны, так как в колебаниях, как известно, частота и длина волны связаны простым соотношением: $\lambda f = c$, где λ — длина волны, f — частота, c — скорость распространения, в данном случае скорость света.

Различная длина радиоволн определяет различный характер их распространения, приема, а следовательно, и применения.

Спектр частот, применяемых в данное время в радиотехнике, простирается от $15 \cdot 10^3$ до $30 \cdot 10^9$ периодов в секунду. Этому соответствуют длины волн от 20 000 метров до одного сантиметра. В электротехнике и радиотехнике единице частоты, т. е. одному периоду в секунду, присвоено название *герц* в честь немецкого ученого Генриха Герца, который впервые экспериментально доказал возможность получения электромагнитных волн, отличных от световых. Начало практического применения электромагнитных волн было положено нашим великим соотечественником Александром Степановичем Поповым.

Источком всей современной радиотехники с ее многочисленными разветвлениями —

радиовещанием, телевидением, радиосвязью и т. д. — является изобретение, сделанное в конце прошлого века А. С. Поповым, и выполненные им основополагающие работы.

В радиотехнике частоты измеряются тысячами герц; 1000 герц называется *килогерц*, 10^6 — *мегагерц*, 10^9 — *гигагерц*. Сокращенно они обозначаются *кгц*, *мггц* и *ггц*. Итак, радиочастоты простираются от 15 килогерц до 30 гигагерц.

Для сравнения напомним, что частота переменного тока в нашей сети равна 50 герц, звуковые частоты занимают диапазон от 16 до 16 000 герц, а диапазон частот видимого света группируется около $5 \cdot 10^{14}$ герц. Таким образом, спектр радиочастот примыкает, с одной стороны, к электромагнитным колебаниям, частота которых равна звуковым частотам, с другой — к инфракрасным лучам.

Ультракороткими волнами, по устаревшей терминологии, называются волны от одного сантиметра до 10 метров. Этот термин был принят в то время, когда указанный диапазон только что начинали осваивать. В дальнейшем выяснилось, что волны отдельных частей этого диапазона несколько различны между собой по характеру распространения и резко отличаются по техническим методам генерации и приема, а также по областям применения. Поэтому сейчас у нас

разрабатываются новые термины, относящиеся к делению радиоволн на диапазоны. Пока что предпочитают говорить о метровых, дециметровых и сантиметровых волнах.

В данное время под радиовещанием на ультракоротких волнах понимают вещание в диапазоне метровых волн. В дальнейшем мы будем пользоваться термином радиовещание на метровых волнах.

ДИАПАЗОНЫ ВОЛН, ВЫДЕЛЕННЫЕ ДЛЯ РАДИОВЕЩАНИЯ

Чтобы понять все преимущества, которые дает радиовещание на метровых волнах, необходимо ознакомиться с диапазонами волн, выделенными для радиовещания вообще, особенностями их распространения и приема, а также с распределением частотных каналов между радиовещательными станциями.

Области применения радиоволн в настоящее время чрезвычайно разнообразны и обширны. Радиосвязь является единственно возможным видом связи между движущимися объектами. Поэтому она широко применяется в морском флоте и авиации. Не менее широко развита радиосвязь между неподвижными точками (населенными пунктами). Радиоволны применяются для навигации (морской и воздушной), радиолокации, передачи сигналов точного времени и т. д. Если бы всему огромному количеству радиостанций предоставить выбирать частоту излучения по своему усмотрению, то из-за взаимных помех между ними никакая работа не была бы возможна.

Поэтому специальными международными соглашениями весь диапазон радиоволн разделен между различными службами. Кроме того, внутри каждого государства частоты отдельных служб распределяются между станциями, с таким расчетом, чтобы станции не мешали друг другу.

В так называемом Европейском районе, к которому принадлежит вся Европа и весь Советский Союз, для радиовещания отведены следующие диапазоны частот.

а) От 150 до 285 кгц (волны от 2000 до 1052 метров). Этот диапазон называют диапазоном длинных вещательных волн. В нем работают наши основные станции

первой центральной программы, на волнах 1935, 1734 и 1271 метр.

б) От 535 до 1605 кгц (волны от 562 до 187 метров). Это диапазон средних вещательных волн. В нем работает ряд наших станций и подавляющее большинство заграничных.

в) В диапазоне коротких волн (от 10 до 100 метров) для радиовещания отведено двенадцать частотных участков. Наиболее употребительные из них расположены около частот 6000, 7200, 9600, 11800 и 15300 кгц , т. е. волн около 50, 42, 31, 25 и 19 метров.

г) В диапазоне метровых волн для радиовещания (не считая телевидения) в СССР, на первое время, отведен участок шириной в 3000 кгц на волне около 4,5 метра.

ОСОБЕННОСТИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЛН РАЗЛИЧНЫХ ДИАПАЗОНОВ

Длинные и средние вещательные волны в дневное время распространяются посредством так называемого земного луча. Это значит, что энергия этих волн, распространяясь от передатчика, движется вдоль земной поверхности. При этом она постепенно рассеивается и поглощается. Чем короче волна, тем больше ее поглощение. Поэтому днем радиус действия одной и той же радиостанции будет приблизительно в три раза больше на волне 1500 метров, чем на волне в 300 метров.

Ночью, кроме земного луча, появляется еще отраженный луч.

Наличие этого луча объясняется следующими причинами. За счет различных факторов, и в первую очередь солнечной радиации, верхние слои земной атмосферы, расположенные на высотах 90—100 и более километров, ионизируются; в них появляются ионы и электроны. В этих слоях радиоволны преломляются подобно тому, как световые лучи преломляются на поверхности раздела двух сред, в которых скорости их распространения различны. При распространении в слоях ионизированного газа радиоволны не только преломляются, но и поглощаются.

Концентрация зарядов в ионизированном слое постепенно увеличивается с высотой. Поэтому его можно представлять себе состоящим из ряда слоев, вследствие чего

траектория радиолуча изгибается, как показано на рисунке 1. Волны рассматриваемого диапазона всегда отражаются от слоя, лежащего на высоте около 100 километров. Однако днем, когда этот слой под действием солнечных лучей ионизирован сильно, поглощение в нем настолько велико, что с отраженным лучем можно совершенно не считаться.

Ночью в нижних частях слоя ионизация резко уменьшается. Слой сохраняет способность отражать радиоволны, но почти без поглощения.

Излучателем радиоволн является антенна передающей радиостанции. Антенны радиовещательных передатчиков этого диапазона волн выполняют обычно такими, чтобы они излучали максимум энергии вдоль земной поверхности и по всем направлениям в горизонтальной плоскости (по всем азимутам). Однако полностью избавиться от излучения вверх, под некоторым углом к горизонту, не удастся: все антенны в той или иной степени обладают «приподнятым лучом» (рис. 2). Этот луч полностью поглощается днем и почти без поглощения отражается от ионосферы ночью.

Появление отраженных лучей имеет два следствия.

Во-первых, так как на расстоянии в 100—350 километров от радиостанции (в зависимости от длины волны и типа антенны) отраженный луч возвращается на землю, то на этих расстояниях на приемник действует сумма двух лучей: земного и отраженного; проходимые ими пути различны и, кроме того, путь отраженного луча, вследствие нерегулярности процесса отражения, все время несколько меняется; поэтому колебания того и другого луча приходят в разных и меняющихся фазах; возникает явление интерференции. Практически оно проявляется в медленном периодическом колебании слышимости, которое в радиотехнике называют *з а м и р а н и е м*.

В той области, где земной луч уже полностью поглотился и принимается только отраженный, слышимость также колеблется вследствие того, что отраженных лучей обычно бывает несколько, приходят они в точку приема по различным путям и интерферируют между собой.

Во-вторых, отраженные лучи ночью распространяются очень далеко. С одной сто-

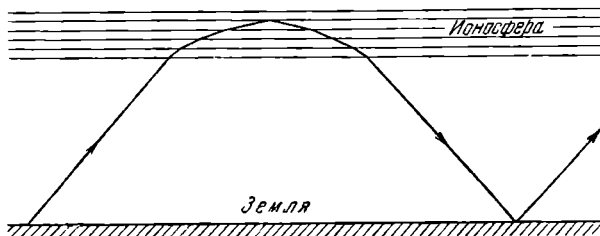


Рис. 1. Преломление и отражение средних волн

роны, это даёт возможность дальнего приема радиовещательных станций, хотя и с пониженным качеством, а с другой — порождает взаимные помехи. Так, например, две радиовещательные станции мощностью по 100 киловатт, расположенные на расстоянии в 3000 километров и работающие на одинаковых или близких волнах, мешают друг другу. Поэтому хороший прием дает по преимуществу земной луч и в той зоне, где мощность его достаточна, чтобы перекрыть помехи всех радиовещательных станций, работающих на той же частоте или на соседних частотах. Радиус этой зоны ограничен: для передатчика мощностью в 100 киловатт он равен примерно 250—300 километрам для волны в 2000 метров и 150 километрам для волны в 300 метров.

В диапазоне коротких волн земной луч затухает на расстоянии нескольких десятков километров от радиостанции. Для радиовещания в этом диапазоне обычно пользуются отраженными лучами.

Многолетние наблюдения позволили установить следующую приблизительную схему распространения коротких волн, лежащих в диапазоне от 15 до 50 метров.

В верхних слоях атмосферы обнаруживается не один, а несколько ионизированных слоев на высотах около 100, 200 и 400 километров. Высоты этих слоев, а также степень их ионизации меняются в зависимости от времени суток и времен года. Кроме того, они меняются в соответствии с 11-летним периодом солнечной активности (числом солнечных пятен). Чем короче волна, тем большая ионизация требуется для ее отражения. Если

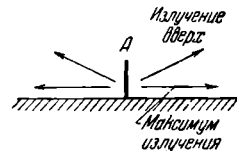


Рис. 2. Распределение излучения антенны радиовещательного передатчика в диапазоне средних волн. А — антенна

ионизация недостаточна для отражения, то траектория луча в слое изгибается, но на землю он не возвращается, а уходит в мировое пространство. Луч, вернувшийся на землю, отражается от нее и снова уходит вверх. Если луч опять попадает на отражающий слой, он снова возвращается на землю, снова отражается и т. д., как показано на рисунке 3.

Последовательно отражаясь от двух проводящих сфер (земли и ионосферы), луч может не только распространяться на очень большие расстояния, но даже возвращаться к передатчику, обойдя кругом земной шар один или несколько раз; удавалось наблюдать сигналы, которые облетели земной шар три раза.

Благодаря тому, что короткие волны распространяются на далекие расстояния, они являются единственными волнами, при помощи которых можно передавать вещание на расстояния в несколько тысяч километров. Радиовещание из Москвы на Среднюю Азию, Сибирь и Дальний Восток возможно только на коротких волнах.

Дальнее радиовещание на коротких волнах имеет следующие специфические особенности. Так как оно предназначается для определенной территории, то излучение концентрируют в одном направлении, т. е. делают антенну направленной в горизонтальной плоскости. В вертикальной плоскости излучение также сосредотачивают в направлении, составляющем некоторый угол с горизонтом, так как земной луч здесь бесполезен. Вследствие этого вблизи от радиостанции прием отсутствует, если не считать того небольшого расстояния, где еще возможен прием земного луча. Эта область, соответствующая первому скачку (см. рис. 3), называется мертвой зоной. Радиус ее для самых коротких волн может

простирается до 3000 километров. За пределами мертвой зоны сила приема имеет нормальную величину и затем равномерно падает с увеличением расстояния. Объяснение этому нужно искать в том, что в действительности распространяется не один луч, как показано на рисунке 3. Фактически энергия излучается в некотором телесном угле, так что отражается сразу целый сноп лучей, который к тому же рассеивается при отражении.

При удлинении волны и увеличении угла подъема главного луча над горизонтом, мертвая зона сокращается и наиболее длинные короткие волны можно применять для ближнего вещания.

На пути своего распространения отдельные лучи, посланные радиостанцией, могут отражаться от различных слоев ионосферы; в пункт приема могут приходить лучи, имевшие различное число скачков. Так, например, один луч может придти, сделав три скачка, а другой два и т. п.

Непосредственные наблюдения показывают, что в удаленном пункте приема действительно по большей части наблюдаются несколько (до четырех или пяти) лучей, приходящих под различными углами к горизонту.

Лучи, пришедшие по различным путям, имеют различные фазы колебаний. Эти фазы меняются, и в результате прием сопровождается замираниями, обычно более быстрыми, чем на средних волнах. Кроме того, условия распространения коротких волн вызывают еще некоторые специфические искажения, на которых мы здесь останавливаться не будем.

Чтобы получить хорошее качество дальнего приема, необходимо выбирать волну оптимальную для данных времени и трассы. Очень часто передачу ведут на нескольких волнах сразу; тогда слушатель может сам выбрать ту волну, которая дает наилучший прием. Так как короткие волны распространяются очень далеко, то взаимные помехи между радиостанциями представляют проблему еще более серьезную, чем помехи в диапазоне средних волн.

Метровые волны в основном распространяются подобно световым лучам, т. е. в зоне прямой видимости.

Земной луч в этом диапазоне поглотился бы в непосредственной близости от антенны.

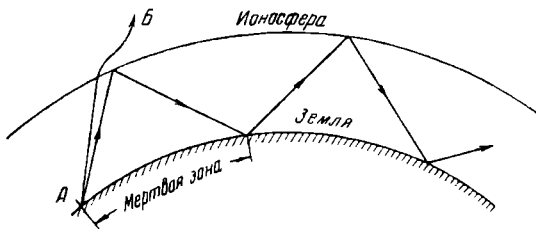


Рис. 3. Схема распространения коротких волн. А — антенна, Б — неотражающийся луч

Кроме того, стоящая на поверхности земли антенна длиной около полволны, которая применяется при работе земным лучом, имела бы размеры в несколько метров, и ее излучение было бы преграждено любым мало-мальски возвышенным предметом.

С другой стороны, в обычных условиях ионизация верхних слоев атмосферы недостаточна для отражения волн этого диапазона: они испытывают в ней только преломление и на землю не возвращаются. Правда, в год максимума солнечной активности (1947) концентрация электронов в ионосфере была настолько значительной, что отражались волны длиной в 7,5 метра и при их помощи удавалось держать уверенную связь в дневные часы. Наблюдались и другие отдельные случаи распространения волн длиной 6—10 метров за счет отражения от ионосферы. Однако эти явления наблюдаются только в периоды максимумов солнечной активности и основывать на них нормальную работу нельзя.

По признаку отражения волн от ионосферы и установлена приблизительная граница между короткими и ультракороткими волнами.

Итак, в основном, метровые волны распространяются в зоне, «освещаемой» передатчиком. Отсюда ясно, что чем выше над землей будет поднят «источник света», т. е. антенна передатчика, тем больше будет радиус его действия. Поэтому антенны передатчиков метрового диапазона монтируют на башнях высотой 100—200 метров и стараются использовать естественные возвышенности. Подъему антенн благоприятствует и то обстоятельство, что в этом диапазоне они имеют небольшие размеры. Длина элементов сложных антенн обычно равна половине волны. Для волны в 300 метров это будет 150 метров, а для волны в 7 метров — всего навсего 3,5 метра. Обычно вещательную передающую антенну составляют из ряда таких элементов, расположенных в несколько этажей друг над другом. Такая антенна почти ничего не излучает вверх, что для радиовещания явилось бы бесполезной тратой энергии, и направляет максимум излучения к земле.

Подъем приемной антенны будет также улучшать «видимость», а следовательно, и прием.

Теперь рассмотрим некоторые детали. Напомним, что в оптике различают геометрическую видимость и оптическую. Говорят, что между двумя точками есть геометрическая видимость, если их можно соединить прямой линией, которую не прерывают никакие препятствия (рис. 4а). Оптическая видимость (рис. 4б) учитывает рефракцию световых лучей в атмосфере, вследствие которой луч света искривляется и притягивается к земле, так что наблюдатель, находящийся в точке В, видит источник света А несколько выше, чем он расположен на самом деле.

Атмосферная рефракция играет свою роль и в распространении ультракоротких волн. Она притягивает к земле луч от передающей антенны, находящейся в точке А, заставляет его следовать за кривизной земной поверхности и тем увеличивает радиус действия передатчика.

Далее нужно учесть, что в точку приема приходят по крайней мере два луча (рис. 5); один прямой, а другой — отраженный от земли. Явление отражения здесь довольно сложно. Во-первых, потому, что на интересующих нас значительных расстояниях (50—100 километров) нужно учитывать сферичность земли; во-вторых, потому, что из-за неровностей почвы, которые уже сказываются в этом диапазоне волн, отражение сопряжено с рассеянием и, в-третьих, потому, что фактически отражается не один луч, а пучок лучей, колебания которых интерферируют между собой. Практически наличие отраженных лучей сказывается в том, что сила приема в зависимости от расстояния между приемником и передатчиком несколько изменяется, проходя ряд относительно небольших максимумов и минимумов.

Наконец, следует указать, что и в этом диапазоне волн существует огибание земной поверхности за счет дифракции, так что реальная область

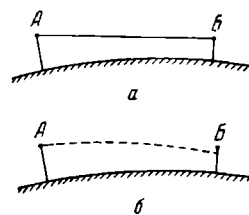


Рис. 4. а — геометрическая видимость; б — оптическая видимость



Рис. 5. Схема распространения ультракоротких волн

приема несколько превышает зону прямой «радиовидимости».

В заключение упомянем о наблюдавшихся случаях дальнего приема метровых волн. Мы уже указывали, что иногда ионосфера бывает способна отражать наиболее длинные метровые волны. Кроме того, рефракция в атмосфере подчас бывает настолько сильной, что также создает отражение метровых волн. За счет этих двух явлений, главным образом второго, метровые волны распространяются иногда чрезвычайно далеко. Так, например, имеются сообщения, что в Чехословакии бывало слышно звуковое сопровождение Московского телецентра, работающего в этом диапазоне волн. В течение некоторого времени московские телепередачи слышали и видели в Голландии.

ПОМЕХИ РАДИОПРИЕМУ

Радиоприем всегда сопровождается шумовыми помехами. Всякий, кто хоть раз настраивал приемник, знает, что «в промежутках» между настройками на станции громкоговоритель шипит, потрескивает, а иногда прямо грохочет. Все эти помехи, в отличие от помех, создаваемых мешающими радиостанциями, называются шумовыми или хаотическими. Шум, который слышен в приемнике, представляет собой суммарный эффект шумовых помех различного происхождения, а именно: атмосферных и промышленных помех, внутренних шумов приемника и помех от радиоизлучения Галактики и Солнца¹.

Атмосферные помехи — это результат разрядов атмосферного электричества. Очень мощные и близкие разряды известны под именем гроз. Отдельные, сравнительно слабые трески и щелчки в приемнике — это результат импульсов, возбужденных дальними грозами и разрядами, которые могут происходить за несколько тысяч километров. Колебания, возбужденные таким разрядом, распространяются затем по общим законам распространения электромагнитных волн. Атмосферные помехи обычно можно наблюдать одновременно на разных волнах.

Промышленными помехами называются трески и шумы, происходящие вследствие

резких изменений тока в различных приборах и аппаратах. Источниками таких помех являются магнето двигателей внутреннего сгорания, газосветные лампы, контакторы трамваев, медицинские аппараты, звонки, реле и т. п.

Промышленные помехи распространяются относительно недалеко (до 2—3 километров) и поэтому ощущаются только в промышленных центрах: городах и фабрично-заводских поселках. Промышленные помехи можно очень сильно ослабить, если принять против них меры при изготовлении самой аппаратуры.

Внутренние шумы приемника происходят по двум причинам. Одна из них — это флюктуационный характер анодных токов в лампах приемника, объясняющийся тем, что на анод движется поток электронов и каждый из них дает элементарный импульс тока. Вторая — это шум, происходящий за счет термического движения электронов в цепях приемника. Основную роль здесь играют цепи приемника, приключаемые к антенне, и первая лампа, так как ее шум усиливается всем остальным приемником, а в современных приемниках усиление равно 10^4 — 10^6 . Внутренние шумы проявляются в виде непрерывного слабого шипения. Это тот минимальный уровень шума, который в той или иной степени всегда будет присутствовать в приемнике и который должна перекрывать радиопередача.

Шумы, обусловленные радиоизлучением Галактики относятся к слабым шумам, проявляющимся только в метровом диапазоне.

Интенсивность атмосферных помех падает с увеличением частоты. Так, летом, когда и в средних широтах наблюдается сильная грозовая деятельность, прием на длинных и средних волнах сплошь и рядом сопровождается очень сильным и неприятным треском. В то же время на коротких волнах он может идти без помех.

Замечательной особенностью метровых волн является то, что атмосферные помехи в этом диапазоне настолько слабы, что с ними можно совершенно не считаться. Поэтому, если прием метровых волн ведется в удалении от сильных источников промышленных помех или эти помехи подавлены в самой возбуждающей их аппаратуре, то слушателю приходится иметь дело только с внутренними шумами приемника.

¹ Радиоизлучению Галактики и Солнца посвящена статья И. С. Шкловского «Радиозвезды», «Природа», 1952, № 2.

ПРИНЦИПЫ МОДУЛЯЦИИ. ПОЛОСА ЧАСТОТ, ИЗЛУЧАЕМЫХ ПЕРЕДАТЧИКОМ

Если просто включить радиопередатчик, он будет излучать только одну частоту, на которую он настроен. Но в таком случае на приемнике можно будет обнаружить только то, что передатчик включен. Никакого сообщения (буквы, слова, музыкальной ноты) мы передать не сможем. Чтобы послать сообщение, необходимо на излучаемом колебании сделать какие-то «отметины», т. е. нужно как-то изменить колебание в соответствии с передаваемым сигналом. Любое колебание характеризуется тремя параметрами: амплитудой, частотой и фазой. Изменение этих параметров в соответствии с передаваемым сообщением называется **модуляцией** колебания. Итак, возможны три вида модуляции непрерывного колебания: амплитудная, частотная и фазовая. Последняя не нашла пока что большого применения; первые же два типа широко используются в радиосвязи и радиовещании.

Сущность амплитудной модуляции заключается в следующем. Микрофон, перед которым говорят или исполняют музыкальное произведение, превращает воспринимаемые им звуковые колебания в электрические, имеющие частоты звуковых. Эти колебания, после значительного усиления, воздействуют на радиочастотные колебания передатчика и изменяют их амплитуды, как показано на рисунке 6; во время молчания амплитуда колебаний постоянна; при слабом звуке, состоящем из одного тона, амплитуда изме-

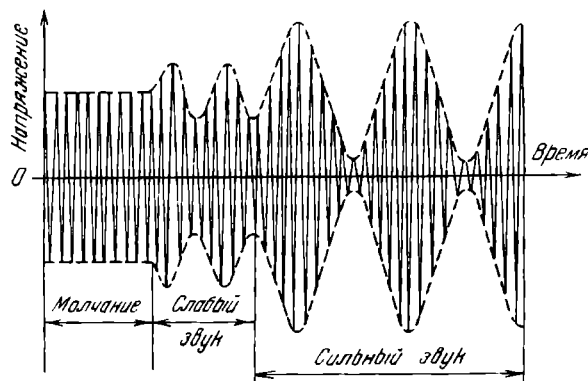


Рис. 6. Колебания напряжения при амплитудной модуляции

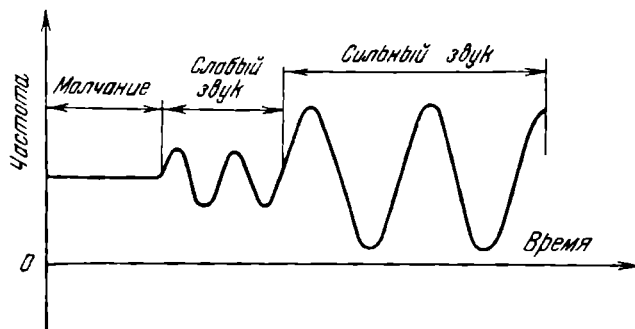


Рис. 7. Колебания частоты при частотной модуляции

няется периодически с частотой этого тона на небольшую величину; сильный звук, состоящий из одного тона, меняет амплитуду более значительно.

При частотной модуляции амплитуда колебаний в передатчике остается постоянной, а меняется частота, аналогично тому, как меняется амплитуда при амплитудной модуляции, а именно: во время молчания передатчик излучает постоянную частоту; если микрофон воспринимает звук, состоящий из простого тона, то частота периодически меняется с частотой этого тона; слабому звуку соответствуют незначительные размахи колебаний частоты, сильному — большие (рис. 7).

Очевидно, что колебание с меняющейся амплитудой или частотой уже не будет простым синусоидальным колебанием, а будет представлять собой некоторое сложное колебание. Оказывается, что в этих случаях в колебании содержится определенный спектр частот и излученное модулированное колебание занимает **полосу частот**.

При амплитудной модуляции этот спектр частот находится очень просто. Если модуляция осуществляется одним тоном, то по обе стороны от рабочей частоты передатчика появляются две частоты, отстоящие от рабочей на модулирующую звуковую. Так, например, если передатчик работает на частоте 200 кГц и модулируется тоном в 3000 гц, то он будет, кроме рабочей, излучать частоты 200 ± 3 кГц. Эти две новые частоты носят название **боковых частот**.

Человеческая речь и музыка состоят из целого спектра звуковых частот. Поэтому во время их передачи слева и справа от рабочей частоты передатчика появляются спектры боковых частот, которые называют боковы-

ми полосами частот (рис. 8). Из этого рисунка видно, что общая ширина полосы, излучаемой передатчиком, равна удвоенной самой высокой звуковой частоте, которую нужно передать, независимо от рабочей частоты передатчика.

При частотной модуляции так же, как и при амплитудной, по обе стороны от рабочей частоты передатчика появляются боковые полосы, ширина которых зависит от спектра передаваемых звуковых частот. Однако соотношения между боковыми частотами и звуковыми модулирующими частотами получаются здесь более сложными. Не вдаваясь в пояснения, укажем, что отклонение частоты от рабочей берут обычно в пять раз больше самой высокой звуковой частоты, которую нужно передать, а полоса излучаемых частот получается несколько больше, чем удвоенное отклонение. Если наибольшая передаваемая звуковая частота равна 5000 гц, то наибольшее отклонение частоты составит $5 \cdot 5000 = 25000$ гц = 25 кгц, а излучаемая полоса частот будет несколько больше $2 \cdot 25 = 50$ кгц.

Чем больше отношение полосы частот, которую должен пропустить передатчик к его рабочей частоте, тем труднее его осуществить, получить нужную мощность, приемлемые габариты и т. п. Особых затруднений не возникает, если полоса частот не превосходит 5—10 процентов от рабочей частоты. Сконструировать передатчик или приемник, в которых полоса пропускаемых частот составляла бы 50 процентов рабочей частоты, — очень сложно. Поэтому частотную модуляцию можно осуществить только в диапазоне достаточно высоких частот. Есть и другие причины, почему ее не применяют в диапазоне даже коротких волн.

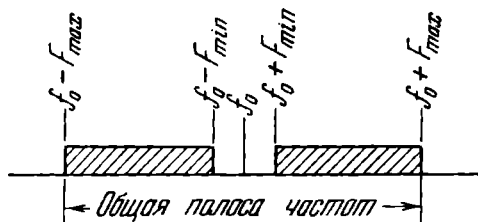


Рис. 8. Полоса частот, излучаемая передатчиком при амплитудной модуляции. f_0 — рабочая частота, $f_{\min}$ — низшая передаваемая звуковая частота, $f_{\max}$ — высшая передаваемая звуковая частота

ПОЛОСА ЧАСТОТ, НЕОБХОДИМАЯ ДЛЯ ЕСТЕСТВЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ ЗВУЧАНИЯ

Диапазон звуковых частот, т. е. частот, воспринимаемых человеческим ухом в виде звука, простирается от 16 до 16 000 гц. Мы рассмотрим только верхнюю границу этого диапазона, так как ширину необходимой частотной полосы определяют высшие модулирующие частоты.

Измерения показывают, что человеческий голос и большинство музыкальных инструментов дают, наряду с основным тоном, соответствующим определенной ноте, также ряд обертонов, т. е. частот, кратных основной. Это значит, что если мы возьмем «до» первой октавы на рояле, то наряду с основной частотой (256 гц), звук рояля будет содержать также частоты: $2 \times 256 = 512$, $3 \times 256 = 768$ и т. д. То же «до», взятое на скрипке или пропетое голосом, будет также содержать основную частоту 256 гц и ряд обертонов, но амплитуды, т. е. интенсивности этих обертонов, будут различными для различных инструментов. Они-то и являются причиной характерного звучания инструмента.

Измерениями установлено, что частоты обертонов некоторых инструментов доходят до 15 000 гц. Поэтому для вполне естественного воспроизведения большого симфонического оркестра нужно передавать полосу звуковых частот до 15 000 гц. Мы здесь не касаемся других не менее важных условий естественного воспроизведения и рассматриваем только вопрос о полосе частот.

Итак, для естественного воспроизведения оркестра передатчик с амплитудной модуляцией должен излучать полосу частот $2 \times 15\,000 = 30$ кгц, а передатчик с частотной модуляцией полосу, превышающую $2 \times 5 \times 15\,000 = 150$ кгц.

Частотный спектр речевой передачи значительно уже, поэтому мы его рассматривать не будем.

В диапазоне длинных вещательных волн мы располагаем общей полосой частот в $285 - 150 = 135$ кгц, а в диапазоне средних волн полосой в 1070 кгц.

Если потребовать, чтобы радиовещательные станции давали вполне естественное звучание, т. е. излучали полосу в 30 кгц, то, отвлекаясь от вопроса о возможности сооружения таких радиостанций и других условий получения натуральной передачи,

мы могли бы разместить в указанном диапазоне

$$\frac{135}{30} + \frac{1070}{30} = 4,5 + 35,6$$

т. е. не более 39 радиостанций, работающих на разных частотах. За счет использования одной частоты несколькими радиостанциями эта цифра могла бы быть увеличена, но и тогда она не могла бы ни в коей мере удовлетворить потребность Европейского района в радиовещании, где сейчас работает не одна сотня передатчиков, и где все государства стремятся развивать радиовещание и передавать не одну, а по крайней мере две или три, а иногда и более программ.

ФАКТИЧЕСКАЯ ПОЛОСА ЧАСТОТ, ВОСПРИНИМАЕМАЯ СЛУШАТЕЛЕМ

Чтобы решить вопрос о распределении частот, приходится идти на компромиссы, и в первую очередь, на сужение полосы частот, которую сможет принимать слушатель.

От вполне естественного воспроизведения радиопередач, главным образом оркестра, приходится отходить по ряду причин. Важнейшие из них следующие.

Даже очень хороший современный громкоговоритель не может воспроизвести одинаково хорошо весь диапазон звуковых частот. Для этого нужно применять два или три говорителя на более узкие диапазоны: один — для басов, другой — для средних частот, третий — для высоких. «Сочная» передача басовых нот требует наличия больших резонаторов (деревянных ящиков). Поэтому агрегат для воспроизведения полного звукового спектра приобретает размеры шкафа, т. е. является пригодным только для мест коллективного слушания.

Сила звука симфонического оркестра в процессе исполнения изменяется в 10000 раз. Такой «динамический диапазон» звучания современный тракт радиовещания дать не может. Поэтому передача «уплощается», т. е. слабые звуки передаются сильнее, сильные — слабее, чем в естественном исполнении. Очень хорошим считается динамический диапазон, равный 100.

Радиоприемник длинных, средних и коротких вещательных волн должен удовлетворять двум в значительной мере противоречивым требованиям: с одной стороны, он должен воспроизводить достаточно широкую

полосу частот, с другой — давать хорошую отстройку от мешающих станций. Приемник, удовлетворяющий этим требованиям в полной мере, сложен, громоздок и дорог. Поэтому при изготовлении приемников, независимо от того, что может дать передатчик, идут на компромисс и сужают полосу воспроизводимых частот. Современный хороший приемник, так называемый приемник 2-го класса, воспроизводит звуковые частоты до 4000—5000 гц.

Наконец, следует упомянуть о том, что современное радиовещание не может воспроизвести пространственности звучания: все звуки исходят из одной точки — громкоговорителя. При слушании речи нам кажется, что рот говорящего совмещен с мембраной громкоговорителя, т. е. имитация получается довольно хорошей. Поверить тому, что целый оркестр сидит в громкоговорителе, конечно, нельзя. Здесь воспроизведение также «сжимается», но уже в пространстве. Пространственное восприятие звука получается за счет того, что мы слушаем двумя ушами, причем, звуковые колебания, входящие в одно и другое ухо, несколько сдвинуты по фазе. Опыт показал, что впечатление пространственности можно дать, если вести передачу от двух микрофонов по двум самостоятельным каналам и на два отдельных громкоговорителя. Но тогда число частотных каналов, которых и так очень мало, сокращается вдвое.

Допустимость сокращения полосы передаваемых частот обосновывается следующими соображениями. Измерениями установлено, что на обертоны основных частот звучания, т. е. на диапазон примерно от 8000 до 15 000 гц приходится относительно очень небольшая доля энергии. Поэтому потеря их для слушателя практически не заметна.

На основании опытных данных в радиовещании установлены следующие, очень приближенные градации качества, с точки зрения полосы воспроизводимых звуковых частот:

до 10 000—15 000 гц	—	высший класс качества;
до 7 000—8 000 »	—	первый » »
до 5 000—6 000 »	—	второй » »
до 3 000 »	—	третий » »

Подчеркнем еще раз, что ширина полосы пропускания — это только одна сторона вопроса о качестве звучания, которое определяется рядом факторов. Так, например, звучание приемника с полосой до 5000 гц,

но с малым шумовым фоном будет производить несравненно лучшее впечатление, чем звучание приемника с полосой до 8000 гц, но повышенным уровнем шумов.

С учетом приведенных соображений в Европейском районе, до 40-го меридиана восточной долготы, между рабочими частотами радиовещательных станций в диапазоне длинных и средних волн установлен интервал в 9 кгц, а в диапазоне 1546—1605 кгц даже 8 кгц.

Таким образом, если две радиовещательные станции будут расположены в одном пункте и будут иметь соседние частотные каналы, то, не мешая друг другу, они смогут излучать только полосы шириной в 9 кгц, т. е. передавать звуковые частоты не выше 4500 гц и даже того меньше, так как между граничными частотами, т. е. крайней верхней боковой частотой одной станции и крайней нижней другой, должен оставаться некоторый «зазор», чтобы на приемнике была возможна отстройка.

В действительности дело обстоит лучше, так как при распределении частот учитывают территориальное расположение станций, их мощности, применение направленных антенн и за счет этих факторов снижают взаимные помехи. Поэтому фактически радиовещательные передатчики излучают полосы частот 2×8 или 2×10 кгц. Это дает возможность получить хорошее качество звучания там, где передатчик своим излучением подавляет помехи от других станций.

Ближайшие задачи советского радиовещания — это более полное удовлетворение возросших культурных потребностей многонационального населения нашего Союза, т. е. увеличение числа программ, расширение охватываемых ими территорий и улучшение качества звучания.

Наряду с общим увеличением мощностей радиовещательных станций, указанным в директивах XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану, особенно широкие перспективы в улучшении качества радиовещания и увеличения числа программ открывает диапазон метровых волн.

ПРЕИМУЩЕСТВА РАДИОВЕЩАНИЯ НА МЕТРОВЫХ ВОЛНАХ

Прежде всего отметим, что, например, один участок в диапазоне метровых волн дает общую полосу частот в 3000 кгц, т. е.

в 2,5 раза больше, чем весь диапазон средних и длинных вещательных волн. Однако число каналов здесь несравненно больше, вследствие особенностей распространения метровых волн. Мы знаем, что основной областью их распространения является зона прямой видимости.

За границей этой зоны они быстро затухают, а распространение на очень далекие расстояния является случайным и относительно редким. Поэтому, если задаться радиусом действия одной станции в 100 километров, то в первом приближении ту же частоту можно было бы дать станции, отстоящей на 200—300 километров от первой. С учетом распространения за пределами прямой видимости и для обеспечения надежного отсутствия взаимных помех, это расстояние увеличивают. Но и при этих условиях в метровом диапазоне можно разместить значительное количество станций, которые смогут работать, не мешая друг другу и притом с частотной модуляцией.

Вторым преимуществом является низкий уровень помех в этом диапазоне. Здесь скажутся только внутренние шумы приемника и промышленные помехи близко расположенных источников. Следовательно, в диапазоне метровых волн можно получить значительно меньший шумовой фон, чем в других диапазонах. Поэтому необходимого превышения радиопередачи над шумом можно достигнуть при мощностях значительно меньших, чем, например, в диапазоне средних волн.

Третьим преимуществом является возможность применения частотной модуляции: при столь высоких частотах как, например, 65 мкгц полоса даже в 150 кгц составляет менее 0,25 процента от рабочей, а большое число каналов снимает ограничения с ширины полосы излучаемых частот. Частотная модуляция не только предоставляет возможность передачи самых высоких звуковых частот, т. е. дает вещание высшего качества, но сильно подавляет проявление всякого рода помех, попадающих в приемник, т. е. и с этой стороны улучшает качество.

Четвертым преимуществом является то, что в диапазоне метровых волн легко осуществить направленные антенны, так как размеры их элементов невелики. В этом диапазоне можно построить передающую антенну с коэффициентом усиления по мощности,

равным 8—10. А это означает, что мощность самого передатчика можно уменьшить в то же число раз, т. е. передатчик мощностью в один киловатт с антенной, дающей усиление 10, будет эквивалентен передатчику, мощностью в 10 киловатт с простой антенной.

Вполне возможно применение направленных антенн на приеме; они дадут дополнительную защиту от помех и усиление приема, особенно если их поднять над уровнем земли.

В качестве пятого преимущества можно указать на то, что при частотной модуляции, по сравнению с амплитудной, значительно упрощается и удешевляется передатчик. Приемник же при добавлении к нему диапазона метровых волн удорожается примерно на 10—15 процентов.

Высокое качество звуковой передачи с частотной модуляцией известно зрителям наших телевизионных передач, так как передатчики звукового сопровождения телецентров работают в диапазоне метровых волн с частотной модуляцией.

Большое число частотных каналов, которыми мы располагаем в диапазоне метровых волн, дает возможность в ряде пунктов значительно увеличить количество передаваемых программ. Так, например, технически вполне возможно установить в одном городе несколько передатчиков, работающих, конечно, на разных частотах и передавать через них то, что исполняется в ряде театров и концертных залов. Тогда жители города и его окрестностей в радиусе 50—100 километров смогут выбирать для слушания интересующие их концерты, пьесы, лекции и доклады.

Особенностью радиовещания на метровых волнах является ограниченный радиус действия станции; 50—100 километров — вот те расстояния, которые в данное время представляются наиболее приемлемыми для передач

на равнинной местности. Если воспользоваться для установки передатчика естественной возвышенностью, то эти радиусы действия могут быть увеличены.

Отсюда видно, что в удаленных пунктах нашего Союза нельзя будет принимать Москву непосредственно на метровых волнах. Для этого попрежнему будут нужны короткие волны. Однако если данный пункт будет соединен с Москвой кабельным или радиорелейным вещательным каналом, то трансляция Москвы через местный передатчик метровых волн даст возможность получить первоклассное качество воспроизведения¹.

Преимущества радиовещания на метровых волнах можно резюмировать следующим образом. Вещание в этом диапазоне дает возможность получить качество звучания, вплотную приближающееся к натуральному, решить задачу многопрограммного вещания для крупных городов и их окрестностей и ряд других проблем развития радиовещания, которые не могли быть решены в рамках прежних диапазонов волн.

Директива XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану о развертывании работ по внедрению ультракоротковолнового радиовещания открывает новый этап в развитии советского радиовещания, знаменующий переход к новой, качественно значительно более высокой его ступени. Эта директива Коммунистической партии Советского Союза — еще одно проявление сталинской заботы об удовлетворении постоянно растущих культурных потребностей великого советского народа, идущего вперед к построению коммунистического общества.

¹ Аналогичную, но более трудную задачу представляет передача телевидения на большие расстояния. Этому вопросу посвящена статья М. П. Долюганова, «Природа», 1952, № 8.



УЧЕНИЕ О ХИМИЧЕСКОМ ПРОЦЕССЕ

Профессор Н. М. Эмануэль



Химия — наука об изменениях, происходящих в смешанном теле, поскольку оно смешанное.

М. В. Ломоносов

В календаре культурного развития человечества нет такой даты, к которой можно было бы отнести рождение первых химических сведений, подготовивших возникновение и развитие химии.

Много веков назад человек начал использовать химические процессы. Давно научился он получать и применять огонь, получать хлеб и вино, окрашивать ткани, выплавлять металлы из руд и т. п. Тогда не было еще химии как науки, она была искусством, ремеслом.

Большой и трудный путь прошла химия, превращаясь из искусства и ремесла в науку. Но если первые шаги химии теряются в глубокой древности, то пути развития современной химической науки доступны нашему взору.

Основателями современной научной химии по праву считаются Михаил Васильевич Ломоносов, Дмитрий Иванович Менделеев, Александр Михайлович Бутлеров. Вместе с ними и после них неутомимо строили здание химической науки и другие выдающиеся русские химики.

Русским химикам всегда был свойственен материалистический подход к явлениям природы. Быть может лучшей иллюстрацией этой мысли могут служить не только эпиграф к нашей статье, но и определение предмета химии, данное Менделеевым: «Ближайший предмет химии составляет изу-

чение однородных веществ, из сложения которых составлены все тела мира, превращений их друг в друга и явлений, сопровождающих такие превращения»¹.

Химия изучает не только отдельные вещества, но и процесс превращения одних веществ в другие, а также явления, которые сопровождают этот процесс.

Энгельс указывает, что само понятие о свойстве тела теряет смысл, если рассматривать его вне движения: «только в движении обнаруживаются свойства тел; о теле, которое не находится в движении, нечего сказать»².

Главнейшую часть химии составляет наука о химическом процессе, наука о том пути, который проходят исходные химические вещества, превращаясь в конечные продукты реакции.

Огромная важность познания процесса химического превращения для химии, для химической практики привела к тому, что в системе химических наук создается новая молодая наука — химическая кинетика — наука о химических процессах, закономерностях его протекания во времени и его механизме.

¹ Д. И. Менделеев. Основы химии, т. 1, Госхимтехиздат, 1932, стр. 3.

² Фридрих Энгельс. Диалектика природы, Госполитиздат, 1952, стр. 197.

ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ ПРОТЕКАЮТ ВО ВРЕМЕНИ

Представление о том, что химическая реакция протекает во времени, возникло, несомненно, у первых химиков, сознательно наблюдавших химические явления. Сосредоточив свое внимание на конечном этапе реакции, стремясь получить нужный продукт, они, естественно, сталкивались с представлением о времени реакции. Меняя условия проведения процесса, например, температуру, можно было заметить, что, в зависимости от этих условий, реакция протекает быстрее или медленнее, *с к о р о с т ь* ее является большей или меньшей.

Основоположником систематического изучения закономерностей протекания во времени различных химических реакций является выдающийся русский химик, современник Менделеева и Бутлерова, профессор Николай Александрович Меншуткин. Начиная с 1877 года, им было опубликовано большое количество исследований по скоростям химических превращений. Н. А. Меншуткин по праву считается пионером в создании химической кинетики.

Ход химической реакции можно контролировать многими способами. Можно следить за накоплением во времени конечного продукта реакции или за убылью количеств исходных веществ. Обычно эти зависимости изображаются графически в виде так называемых кинетических кривых.

Иногда для контроля за ходом реакции наблюдают за изменением во времени какого-либо из свойств реагирующей смеси — например, окраски, электропроводности, спектра или давления (в случае взаимодействия газообразных веществ) и т. п. Изменения свойств, как функции времени, также представляют в виде кинетических кривых.

Н. А. Меншуткин уже около 75 лет назад пользовался графическим методом изображения кинетики процессов. Ныне снятие кинетических кривых составляет первоначальный этап изучения кинетики всякой реакции. Рисунок 1 представляет собой репродукцию полученной Н. А. Меншуткиным в 1882 году кинетической кривой реакции разложения третичного амилацетата $\text{CH}_3\text{COOC}(\text{CH}_3)_2\text{C}_2\text{H}_5$ с образованием уксусной кислоты (CH_3COOH) и амилена (C_5H_{10}). Из рисунка видно, что

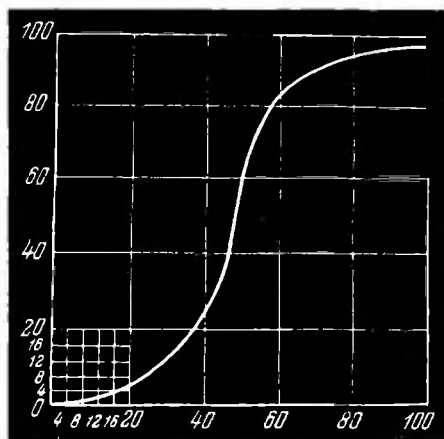


Рис. 1. Кинетическая кривая разложения третичного амилацетата, воспроизведенная из статьи профессора Н. А. Меншуткина. Меншуткин так поясняет этот рисунок: «По оси абсцисс отложены времена, по оси ординат — общее процентное количество разложившегося эфира. Кривая представляет выпуклый и вогнутый изгибы и точка перегиба отвечает моменту максимальной скорости разложения»

исходный продукт распадается по весьма своеобразному закону, о котором сам Меншуткин говорит: «...при какой бы температуре не началось разложение, скорость его в начале малая, затем с течением времени все делается более и более, достигает максимума, затем уменьшается и, наконец, становится равной нулю...»¹. Химики, изучавшие эту реакцию, знали только одно: если нагревать третичный амилацетат, то он в конце концов разложится на уксусную кислоту и амилен.

Кинетическая закономерность, описанная Меншуткиным, весьма распространена в химии. Такие кинетические кривые бывают, когда в ходе химической реакции получается продукт, способный ускорять реакцию. Поэтому пока его мало, скорость реакции мала, затем, по мере накопления катализирующего (ускоряющего) реакцию продукта, скорость процесса растет, но потом снова начинает уменьшаться, так как пехватает исходного вещества. В данном случае катализирующим продуктом является уксусная кислота. Та-

¹ Журнал Русского Физико-Химического общества, т. XIV, вып. 7, 1882, стр. 298.

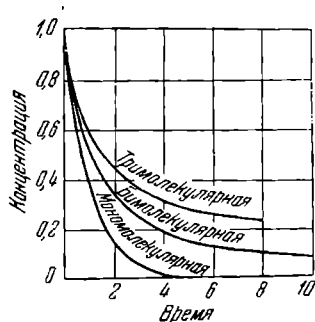


Рис. 2. Кинетические кривые простейших типов химических реакций

кривые получаются, например, при окислении сероводорода, а также метана, этана и других углеводородов, причем во всех этих случаях конечные продукты реакции не оказывают на ее течение никакого влияния. Оказывается, что в это случае причиной ускоряющего

действия являются промежуточные продукты реакции.

Однако последующее развитие химической кинетики показало, что кинетические кривые типа кривой Меншуткина получаются не только в тех случаях, когда конечный продукт реакции ускоряет процесс. Такие же кривые получаются, например, при окислении сероводорода, а также метана, этана и других углеводородов, причем во всех этих случаях конечные продукты реакции не оказывают на ее течение никакого влияния. Оказывается, что в это случае причиной ускоряющего действия являются промежуточные продукты реакции.

Кривые типа кривой Меншуткина получаются также и в ряде других случаев. Следовательно, для полной классификации химической реакции недостаточно получить лишь кинетическую кривую — требуется дальнейшее глубокое изучение реакции.

На рисунке 2 показаны типы кинетических кривых, которые описываются простыми кинетическими законами. В соответствии с этими кривыми, количества реагирующих веществ убывают со временем в слу-

чае так называемых моно-, би- и тримолекулярных реакций, т. е. реакций, скорости которых пропорциональны соответственно первой, второй и третьей степени от концентрации исходных веществ.

По закону мономолекулярной реакции разлагается, например, пятиокись азота: $2\text{N}_2\text{O}_5 = \text{O}_2 + 2\text{N}_2\text{O}_4$; по закону бимолекулярной реакции образуется иодистый водород: $\text{H}_2 + \text{I}_2 = 2\text{HI}$; по закону тримолекулярной реакции образуется двуокись азота: $2\text{NO} + \text{O}_2 = 2\text{NO}_2$.

На рисунке 3 представлены кинетические кривые реакции окисления уксусного альдегида (CH_3CHO) в газовой фазе. Из рисунка видно, по какому своеобразному закону меняется в ходе реакции давление и расходуется исходное вещество — уксусный альдегид. Концентрация одного из продуктов реакции — гидроперекиси ацетила (CH_3COOOH) сначала возрастает, а затем начинает убывать, причем с начала убыли концентрации гидроперекиси кислород остается расходоваться и его концентрация остается постоянной до конца реакции. Последнее обстоятельство может показаться тем более странным, что в системе присутствует достаточное количество альдегида, способного окисляться. Оказывается, что во второй стадии процесса альдегид окисляется уже не кислородом, а гидроперекисью. Продукты типа гидроперекиси называются в химической кинетике промежуточными — их нет в начале процесса и нет в конце, они существуют только во время реакции. Из рисунка, наконец, видим, по какому закону образуется конечный продукт реакции — уксусная кислота. Само собой разумеется, что ничего подобного мы никогда не узнали бы, если бы не изучали кинетики реакций. Мы могли бы сказать лишь одно — уксусный альдегид окисляется с образованием уксусной кислоты.

Ясно, что уже простое изучение закономерностей протекания химических реакций во времени расширяет наши сведения о свойствах той или иной реакции и указывает пути сознательного воздействия на ход химического превращения.

МЕХАНИЗМ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Химическое превращение связано с качественным скачком — исчезают одни вещества, появляются другие. Химик знает, какие

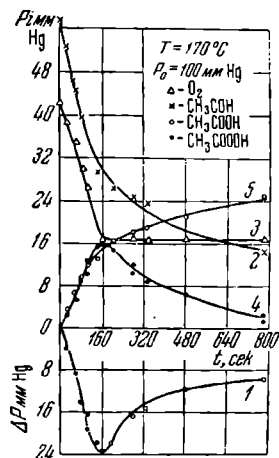


Рис. 3. Кинетические кривые изменений давления и концентраций отдельных компонент реагирующей смеси для реакции окисления уксусного альдегида в газовой фазе при 170°C . Изменение давления в ходе реакции (1); изменение концентраций: уксусного альдегида (2); кислорода (3); промежуточного продукта — гидроперекиси ацетила (4); конечного продукта — уксусной кислоты (5)

вещества вступают в реакцию и какие вещества получаются в результате реакции. Однако важно знать, как это происходит, каков механизм перехода.

Только зная механизм химического превращения, можно управлять химическим процессом, т. е. получать нужные вещества и скорейшим путем. В конце прошлого века выдающийся русский химик А. И. Бах на примере реакций окисления показал сложный характер или, как он говорил, сложный «химический механизм» этих процессов.

«Существуют химические превращения, — писал А. И. Бах, — которые чрезвычайно трудно объяснить, если рассматривать только исходное состояние и конечный результат. Они, однако, становятся совершенно понятными, если принять во внимание промежуточные реакции, связывающие исходное состояние с конечным»¹. А. И. Бах выдвинул так называемую перекисную теорию процессов медленного окисления. Он доказал, что процесс окисления протекает через промежуточную ступень — образование перекисного соединения, которое обладает более сильным окисляющим действием, чем кислород. В предыдущем разделе мы видели, что при окислении уксусного альдегида действительно существует баховская стадия окисления промежуточной перекисью.

Вслед за А. И. Бахом, в 1905 году другой выдающийся русский ученый Н. А. Шилов выступил с работой «Сопряженные реакции окисления», в которой он особенно убедительно показал роль и значение промежуточных стадий и промежуточных реакций в химическом превращении. «Существует много данных, — писал Н. А. Шилов, — указывающих на то, что реакции окисления протекают очень сложно и что эмпирические уравнения процессов стоят приблизительно в таком же отношении к истинному течению реакций, как эмпирические формулы органических соединений к их конституционным формулам»².

Представления Баха и Шилова о сложном механизме окислительных процессов легли в основу современного взгляда на химические превращения.

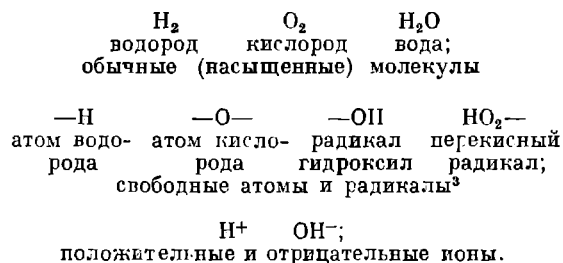
Уже со времен Ломоносова в химию

¹ А. И. Бах. Собрание трудов по химии и биохимии. Изд-во АН СССР, 1950, стр. 5.

² Н. А. Шилов. О сопряженных реакциях окисления, 1905, стр. 304.

прочно вошли представления о молекулярном строении материи. Химическое взаимодействие двух или нескольких веществ происходит лишь при встречах или соударениях молекул реагирующих веществ. Это очень важный принцип химической кинетики, несмотря на его кажущуюся очевидность.

В 1739 году М. В. Ломоносов писал: «Корпускулы, не имеющие плоскости соприкосновения, не сцепляются»¹. Позже эту мысль развил Д. И. Менделеев: «Всякие химические изменения, называемые реакциями... совершаются не иначе, как при полном, теснейшем прикосновении действующих веществ, и определяются силами, свойственными малейшим невидимым частицам (молекулам) вещества»². Теперь, однако известно, что химические взаимодействия происходят не только в результате встречи молекул вещества, но что в сложных химических превращениях могут участвовать также кратковременно существующие осколки молекул — радикалы и даже свободные атомы, а также электрически заряженные осколки молекул, так называемые ионы. Вот примеры различных типов частиц, могущих принимать участие в сложном химическом превращении:



Из опыта и теоретических представлений известно, что молекулы значительно менее реакционноспособны, нежели свободные атомы, радикалы и ионы. Основная величина, которая характеризует реакционноспособность частицы, есть энергия активации и реакции.

Энергия активации (E) — это та энергия,

¹ М. В. Ломоносов. Полное собрание сочинений. Изд-во АН СССР, 1950, т. I, стр. 51.

² Д. И. Менделеев. Основы химии, т. I. Госхимтехиздат, 1932, стр. 3.

³ Черточка — означает свободную (ненасыщенную) валентность.

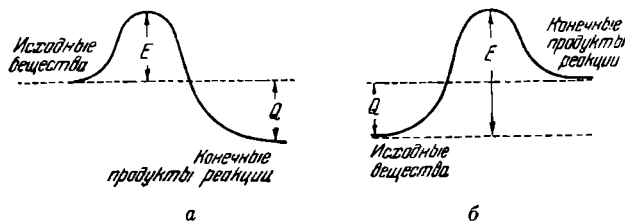
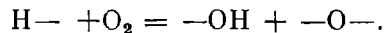


Рис. 4. Схематические изображения энергетических барьеров в случае: а — экзотермической (связанной с выделением тепла) и б — эндотермической (связанной с затратой тепла) химических реакций, поясняющих смысл понятия энергии активации. E — энергия активации, Q — теплота реакции

которой должны обладать вступающие во взаимодействие частицы для того, чтобы реакция могла осуществиться. Схематически элементарный акт химического взаимодействия изображается как преодоление некоего энергетического барьера, отделяющего молекулы исходных веществ от конечных продуктов реакции (рис. 4). Величина этого барьера может быть определена на опыте, а в некоторых (немногих) случаях приближенно вычислена теоретически. Опыт показывает, что энергия активации реакций между насыщенными молекулами равна обычно нескольким десяткам килокалорий на граммолекулу вещества. Реакции между радикалом (атомом) и насыщенной молекулой идут с энергией активации, не превышающей 10 килокалорий на граммолекулу; между ионом и молекулой — с энергией активации, равной 10—15 килокалорий на граммолекулу. Наконец, реакции между радикалами и ионами практически не требуют энергии активации.

Причина повышенной реакционной способности свободных атомов и радикалов заключается в том, что они имеют свободную валентность, т. е. являются ненасыщенными. Так, например, при разрыве молекулы водорода образуется два атома $\text{H}\cdot$ и $\cdot\text{H}$, которые стремятся насытить свою валентность путем встречи с другими атомами или радикалами, или путем взаимодействия с насыщенной молекулой. При взаимодействии атома с другим атомом происходит, как правило, образование насыщенной молекулы $\text{H}\cdot + \cdot\text{H} + \text{M} = \text{H}_2 + \text{M}^*$ (M обозначает третью частицу, которая необходима для отвода выделяющейся при соединении — рекомбинации — атомов энергии; M^* — та же частица, воспринявшая избыточную энергию). При

взаимодействии с молекулой происходит образование нового или новых радикалов в силу принципа неуничтожимости свободной валентности, например:



Подобно тому, как причиной снижения энергии активации при взаимодействии атомов и радикалов с молекулами является ненасыщенная валентность, так в случае ионов причиной малой энергии активации служит действие электрического поля иона.

Химическую реакцию образования воды мы привыкли записывать с помощью простого химического уравнения $2\text{H}_2 + \text{O}_2 = 2\text{H}_2\text{O}$, однако сейчас ученые твердо установили, что это уравнение отражает лишь начало и конец реакции. Истинный же механизм процесса даже в этом простейшем случае чрезвычайно сложен. Как установлено, в системе изредка происходит трудная реакция между насыщенными молекулами: $\text{H}_2 + \text{O}_2 = \cdot\text{OH} + \cdot\text{OH}$. Образовавшиеся свободные радикалы гидроксила $\cdot\text{OH}$ легко реагируют с молекулой H_2 , образуя конечный продукт реакции — воду и свободный атом водорода: $\cdot\text{OH} + \text{H}_2 = \text{H}_2\text{O} + \text{H}\cdot$. Свободный атом $\text{H}\cdot$ легко реагирует с молекулой O_2 , давая два радикала (одновалентный $\cdot\text{OH}$ и двухвалентный $\cdot\text{O}\cdot$): $\text{H}\cdot + \text{O}_2 = \cdot\text{OH} + \cdot\text{O}\cdot$. Атом кислорода $\cdot\text{O}\cdot$ реагирует легко по реакции $\cdot\text{O}\cdot + \text{H}_2 = \cdot\text{OH} + \text{H}\cdot$.

Таким образом, в результате трудной, а потому редкой реакции между H_2 и O_2 рождаются реакционноспособные радикалы $\cdot\text{OH}$, которые затем через посредство возникающих в ходе процесса атомов $\text{H}\cdot$ и $\cdot\text{O}\cdot$ и новых радикалов $\cdot\text{OH}$ уже легко «перерабатывают» исходные вещества (водород и кислород) в воду.

Такой механизм, при котором первоначально зародившиеся активные частицы (атомы и радикалы) дают начало цепи превращений, осуществляющейся через промежуточное образование атомов и радикалов, носит название **цепного механизма химических превращений**. Существование такого механизма логически вытекает из высокой реакционной способности свободных атомов и радикалов и из принципа неуничтожимости свободной валентности.

Предел развитию цепи кладет реакция бесполезной (в смысле продолжения реак-

ции) гибели свободного атома или радикала при их рекомбинации или реакции с молекулами примеси, приводящей к образованию хотя и ненасыщенной, но малоактивной частицы

Интересно отметить, что Энгельс в «Диалектике природы» прямо указывал на неизвестную в его время высокую реакционную способность атомов: «если же дело идет о молекулах элементов, то появляются свободные атомы, обнаруживающие совершенно отличные по качеству действия: свободные атомы образующегося кислорода играючи производят то, чего никогда не сделают связанные в молекулы атомы атмосферного кислорода»¹. Современная химическая кинетика доказала образование свободных атомов и радикалов во многих химических реакциях и изучила отдельные (элементарные) реакции этих частиц.

СВЯЗЬ МЕЖДУ СТРОЕНИЕМ МОЛЕКУЛ И ИХ РЕАКЦИОННОСПОСОБНОСТЬЮ

Середина прошлого века ознаменовалась переворотом в химии, который совершил Александр Михайлович Бутлеров, создавший теорию строения органических соединений². Он доказал, что сложнейшие молекулы органических веществ представляют собой строгие структуры связанных между собою атомов. Каждая связь атомов в молекуле характеризуется определенной энергией связи. В ходе химического превращения старые связи заменяются новыми, происходят глубокие качественные изменения. Одной из основных задач химии и химической кинетики является установление связи между строением молекул, энергетическими характеристиками различных связей и реакционной способностью (энергией активации и другими количественными кинетическими характеристиками реакции)

В 1869 году ученик Бутлерова, знаменитый русский химик В. В. Марковников писал: «Вопрос о влиянии элементарных атомов на направление химических реакций сложного тела принадлежит к числу самых животрепещущих вопросов современной

химии и, как уже заметно, овладевает более и более вниманием химиков»¹. Органическая химия накопила огромный экспериментальный материал, связывающий реакционную способность молекул с их строением в виде различных закономерностей и правил.

В качестве примера влияния различных групп атомов в молекуле на направление химического процесса могут служить реакции нитрования бензола азотной кислотой. При действии азотной кислоты на бензол происходит замещение одного атома водорода в бензольном ядре на группу NO_2 . Если в бензольном ядре до этого уже имелся какой-либо заместитель, то в зависимости от его природы соотношения между образующимися продуктами нитрования (так называемые орто-, мета- и пара-изомеры) будут разными. Так, если в качестве заместителя в бензольное ядро был введен хлор, то образуется 31 процент орто-нитрохлорбензола, 69 процентов пара-нитрохлорбензола и лишь следы мета-нитрохлорбензола. Если же в бензольном ядре уже была одна нитрогруппа, то при дальнейшем нитровании образуется 91,6 процента мета-динитробензола и лишь 7,9 процента орто-динитробензола и 0,5 процента пара-динитробензола.

На скорость так называемой реакции омыления (разложение водой сложных эфиров с образованием соответствующих органических кислот и спиртов) сильно влияет наличие тех или иных заместителей в бензольном ядре. Этилбензоат омыляется с образованием бензойной кислоты в 3 раза быстрее, чем пара-хлорбензоат, а пара-метилбензоат омыляется в 2,5 раза медленнее незамещенного бензоата и т. п.

Химическая кинетика делает первые шаги к установлению связи этих явлений, кинетических характеристик реакции со строением молекул реагирующих веществ.

Настойчивое стремление химической кинетики войти в область сложнейших реакций органической химии соответствует предвидению Энгельса: «Изучение химических процессов находит перед собою, как подлежащую исследованию область, органический мир...»².

¹ Фридрих Энгельс. Диалектика природы, стр. 40.

² См. статью академика А. Е. Арбузова, «Природа», 1952, № 1.

¹ Журнал Русского Физико-Химического общества, 1905, т. XXXVII, вып. 3, стр. 271.

² Фридрих Энгельс. Диалектика природы, стр. 204.

ЦЕПНЫЕ РЕАКЦИИ

Д. И. Менделеев в своем определении химии особо подчеркнул, что изучение явлений, сопровождающих ход химических превращений, по праву находит себе место в качестве предмета химии.

В начале нынешнего века ряд ученых столкнулся с различными аномалиями в протекании многих химических превращений. Так, например, исследователи, изучавшие фотохимические процессы (т. е. химические реакции под действием света), обратили внимание на то, что один поглощенный квант света (элементарная порция световой энергии) в некоторых случаях может вызвать образование огромного количества продуктов реакции. Это наблюдение никак не вязалось с так называемым законом фотохимической эквивалентности Эйнштейна, согласно которому один квант света должен вызывать лишь один элементарный акт химического превращения. После нескольких попыток объяснить это явление исследователи пришли к выводу о том, что химическая реакция развивается по цепному механизму. Согласно этому предположению, при поглощении одного кванта света в системе происходит одна элементарная реакция (т. е. соблюдается закон Эйнштейна), но в результате этой реакции образуются свободные атомы (или радикалы), которые порождают цепь химических превращений, уже не требующих затраты порций световой энергии. На примере фотохимической реакции образования хлористого водорода из водорода и хлора этот механизм может быть представлен следующей совокупностью элементарных реакций: $\text{Cl}_2 + h\nu^1 = \text{Cl}\cdot + \text{Cl}\cdot$; $\text{Cl}\cdot + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}\cdot$; $\text{H}\cdot + \text{Cl}_2 = \text{HCl} + \text{Cl}\cdot$; $\text{Cl}\cdot + \text{H}_2 = \text{HCl} + \text{H}\cdot$ и т. д.

На рисунке 5 схематически представлена цепь превращений типа фотохимической реакции образования HCl (так называемая неразветвленная цепная реакция).

Вероятно, объяснение аномально больших выходов продуктов реакции на один квант света так бы и осталось достоянием узкой группы фотохимических реакций, если бы у нас в Советском Союзе не получили развитие работы

академика Н. П. Семенова и его сотрудников по расшифровке новых явлений, сопровождающих процессы окисления, а затем и другие классы реакций.

В 1926 году сотрудники Н. Н. Семенова — Ю. Б. Харитон и З. Ф. Вальта обнаружили загадочное явление. Изучая свечение паров фосфора в присутствии кислорода при низких давлениях, они заметили, что свечение при впуске кислорода в откаченный сосуд наступает не сразу, а по достижении определенного критического давления кислорода. Специальные опыты показали, что при давлениях кислорода ниже критического реакция практически не идет (идет с неизмеримо малой скоростью), а при переходе давления через критическое значение начинает бурно развиваться. Это бурное развитие реакции приводит к образованию в зоне реакции значительного числа частиц с электронным возбуждением, которые, переходя в нормальное состояние, испускают свет.

Н. Н. Семенов предположил, что реакция кислорода с парами фосфора является цепной и цепи реакции могут обрываться в результате гибели ведущих цепь атомов и радикалов на стенках реакционного сосуда. Тогда при малых давлениях реакция должна развиваться медленно, так как доступ активных частиц к стенкам сосуда тем легче, чем меньше давление.

Для объяснения же бурного развития реакции Н. Н. Семенов предположил, что в ходе цепной реакции может происходить прогрессивное умножение числа свободных валентностей, а вместе с ним и прогрессивный рост скорости химической реакции вплоть до бурного ее развития (цепное самовоспламенение). Этот механизм Н. Н. Семенов назвал цепной разветвленной реакцией. Поясним этот механизм на уже разобранных нами конкретных примерах. В случае образования HCl из H_2 и Cl_2 в каждом звене цепи из одного одновалентного атома образуется один одновалентный атом (из $\text{H}\cdot$ образуется $\text{Cl}\cdot$; из атома $\text{Cl}\cdot$ атом $\text{H}\cdot$ и т. д.), никакого умножения числа

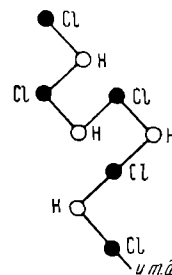


Рис. 5. Схематическое изображение неразветвленной цепной реакции (на примере реакции водорода с хлором)

¹ $h\nu$ — энергия кванта, равная произведению постоянной Планка h на частоту поглощаемого света ν .

активных частиц в системе не происходит.

Иначе идет процесс окисления водорода. В результате реакции одновалентного атома Н — образуются три свободные валентности: —ОН и —О— ($\text{H} + \text{O}_2 = \text{—ОН} + \text{—О—}$). Две свободные валентности атома —О— «размещаются» в последующей реакции с образованием двух одновалентных частиц —ОН и —Н ($\text{—О—} + \text{H}_2 = \text{—ОН} + \text{—Н—}$). При развитии цепи такое умножение числа свободных валентностей происходит всякий раз, когда атом Н — вступает в реакцию с молекулой O_2 . Иными словами, происходит прогрессивное увеличение числа активных частиц и рост скорости реакции, если только обрывы цепи не могут воспрепятствовать этому процессу (рис 6).

Далее Н. Н. Семенов предсказал, что в аналогичных процессах цепного воспламенения должно также иметь место явление верхнего предела воспламенения, который должен наблюдаться при повышении давления в системе. Ясно, что при повышении давления начнут играть роль процессы уничтожения активных частиц при встрече их в объеме (число тройных соударений — два радикала или атома и молекула М для отвода энергии — растет с ростом давления). Когда обрыв цепей в объеме сможет компенсировать процесс разветвления цепи, воспламенение перестанет наблюдаться и уступит место медленной цепной реакции.

При каждой температуре опыта должно быть, следовательно, два предела цепного самовоспламенения — нижний (определяющийся обрывом цепей на стенке) и верхний (определяется обрывом цепей в объеме).

Опыт подтвердил эти выводы (рис. 7).

Когда мы говорим здесь о низких и высоких давлениях, то следует иметь в виду, что речь идет в обоих случаях о давлениях ниже атмосферного (опыты проводятся в вакууме).

Представления об обрыве цепи на стенках сосуда, о разветвлении цепи вскоре вышли за рамки явления цепного вос-

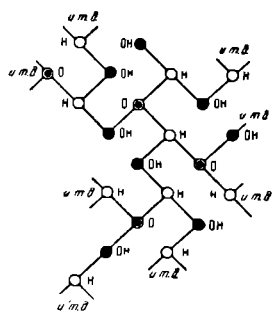


Рис. 6. Схематическое изображение цепной разветвленной реакции (на примере реакции окисления водорода)

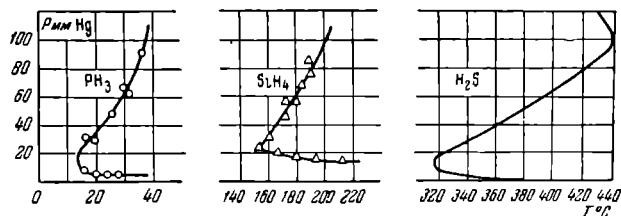


Рис. 7. Области воспламенения фосфина, силана и сероводорода в смеси с кислородом. В координатах: давление — температура область воспламенения очерчена в виде так называемого «полуострова воспламенения»

пламенения при низких давлениях и вместе с представлением о неразветвленных цепных процессах составили основу, на которой Н. Н. Семеновым и его учениками была создана единая количественная теория цепных реакций. Очень важно, что в результате этих работ представление о цепных реакциях давно вышло из рамок фотохимии и стало общехимическим достоянием. Представление о цепном механизме химических превращений прочно вошло в химию, позволило объяснить и описать своеобразные кинетические закономерности в протекании химических реакций самых различных типов.

Действующая форма энергии может быть самой разнообразной: тепло, свет, радиоактивное излучение и т. д. Эта энергия затрачивается в основном на обеспечение процесса зарождения цепи, а затем уже развивается цепной процесс.

Цепная теория позволила объяснить зависимость скорости реакции от размеров реакционного сосуда. Она позволила объяснить, например, такой факт, что добавка инертного газа к кислороду, при давлениях последнего меньше нижнего предельного значения, облегчает самовоспламенение. Это происходит потому, что инертный газ препятствует диффузии активных частиц к стенке, на которой они гибнут и тем самым сохраняет их для реакции. Цепной механизм объясняет также явления пределов самовоспламенения. Объясняет он также многочисленные кинетические закономерности в ходе конкретных химических реакций.

Многие широко распространенные группы реакций являются цепными: реакции галогенирования (в частности, хлорирование и фотохлорирование органических соединений), окисления, полимеризации, крекинга.

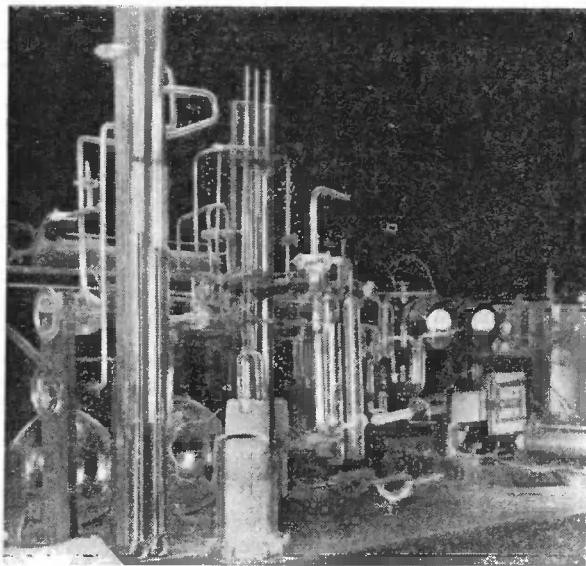


Рис. 8. Экспериментальная установка для изучения кинетики газовой химической реакции

Такие практически важные процессы, как катализ полимеризации добавками органических перекисей, как стабилизация бензина и масел, служат примерами использования цепной природы соответствующих процессов. В первом случае добавки перекиси способствуют зарождению цепей, увеличивают число цепей; во втором — добавки стабилизатора обрывают цепи окисления бензинов и масел.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ МЕХАНИЗМА ХИМИЧЕСКИХ ПРЕВРАЩЕНИЙ В СОВРЕМЕННЫХ КИНЕТИЧЕСКИХ ЛАБОРАТОРИЯХ

Каковы же методы и приемы, при помощи которых химики-кинетики расшифровывают механизмы сложных химических превращений, как могут они заглядывать внутрь идущей химической реакции? Химическая кинетика широко использует разнообразные физические методы исследования — спектроскопию, масс-спектроскопию, метод электролиза в исследовании реакций атомных газов и радикалов, метод радиоактивных индикаторов (меченые атомы)¹, магнитные

методы и многие другие. «Таким образом, — писал М. В. Ломоносов в «Слове о пользе химии», — когда химия пребогатая госпожи своея потаенные сокровища разбирает, любопытный и неусыпный натуры рачитель оныя чрез геометрию вымеривать, через механику развешивать и через оптику высматривать станет, то весьма вероятно, что он желаемых тайностей достигнет»¹.

Химическая кинетика использует также различные химические методы обнаружения и определения веществ, участвующих в химическом превращении.

Кинетика разработала также собственные методы познания механизма, в которых в качестве индикатора на стадии сложного механизма служит сама наблюдаемая на опыте кинетика процесса.

На рисунке 8 изображена типичная стеклянная вакуумная экспериментальная установка для изучения кинетики газовой реакции.

При помощи метода спектров испускания в химической кинетике были изучены многие химические реакции, течение которых сопровождается свечением (пламена). При этом в различных пламенах были обнаружены OH, SO, PO, NO, CS, CN, CH, NH, NH₂, PH, HCO, C₂, S₂, CCl, BrO, JO и другие свободные радикалы.

При помощи метода спектров поглощения в различных реакциях (пламенах и медленных реакциях) обнаружены радикалы OH, NH, CN, C₂, S₂O₂ (димер радикала SO), и другие. Обнаружены также более устойчивые промежуточные продукты, как, например, альдегиды и перекиси.

На рисунке 9 показан спектр поглощения охлажденной реагирующей смеси сероводорода с кислородом в начальной стадии реакции. Этот спектр принадлежит моноокиси серы SO (вернее, ее димеру S₂O₂). На том же рисунке показан спектр поглощения конечного продукта этой реакции — сернистого газа SO₂.

Масс-спектроскопический метод, позволяющий «сфокусировать» ионы, обладающие одинаковым отношением заряда к массе, нашел себе применение для обнаружения свободных радикалов, образующихся при реакциях термического разложения и горения углеводородов.

¹ М. В. Ломоносов. Полное собрание сочинений, Изд-во АН СССР, 1951, т. II, стр. 354.

¹ См. «Природа», 1952, № 3.

Оригинальный метод обнаружения свободных радикалов связан с применением так называемых металлических зеркал. Ток газа, содержащего свободные радикалы, проходит по трубке, на которой нанесено металлическое зеркало какого-либо металла (обычно применяются свинец, мышьяк, сурьма, висмут и другие). Свободные радикалы взаимодействуют с металлом, давая летучие соединения (метод применяется для обнаружения органических радикалов) и «снимают» зеркало.

Анализируя металлоорганическое соединение, судят о природе радикала. Именно таким образом впервые был обнаружен в 1929 году свободный органический радикал метил CH_3 при взаимодействии его со свинцовым зеркалом. Время жизни радикала CH_3 мало, он существует в свободном состоянии всего лишь несколько тысячных долей секунды.

Интересно отметить, что свободные атомы и радикалы не только образуются в ходе цепных реакций, но в случае цепных разветвленных реакций присутствуют в весьма значительных концентрациях (до $\frac{1}{3}$ от количества исходного вещества).

Член-корреспондент АН СССР В. Н. Кондратьев, который многое сделал в науке для применения спектроскопии к изучению активных частиц в химических реакциях, показал этим методом образование значительных концентраций свободного гидроксила OH в реакциях окисления водорода и некоторых углеводов.

Измеряя тепло, выделяющееся на поверхности при рекомбинации атомов, В. Н. Кондратьев доказал образование при окислении водорода значительных количеств атомов Н. Он также открыл образование радикала CS при окислении сероуглерода.

При окислении H_2S в значительных концентрациях образуется радикал монооксида серы SO .

Раскрытие механизма реакции, отыскание законов, управляющих элементарными процессами и ходом реакции в целом, составляющие цель кинетического изучения

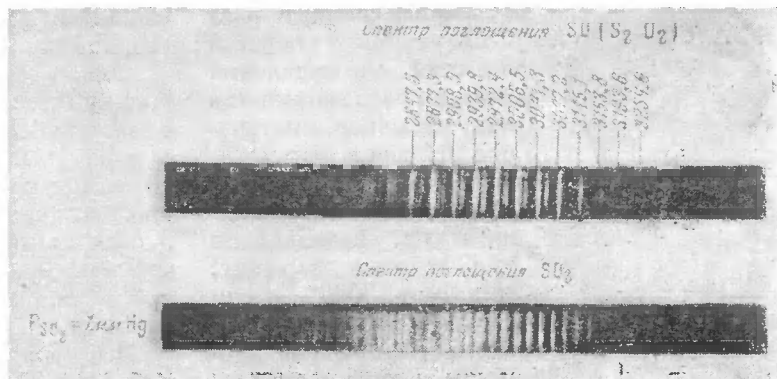


Рис. 9. Спектр поглощения монооксида серы, образующейся в качестве промежуточного продукта при медленном окислении сероводорода

химического процесса, предусматривает комплексное использование всего арсенала методов химической кинетики.

ХИМИЧЕСКАЯ КИНЕТИКА В ПРОЦЕССАХ ГОРЕНИЯ

Процессы горения давно известны человеку. Они широко используются в повседневной жизни и в технике.

Кроме редких специальных случаев, технику интересуют не рассмотренные нами слабые вспышки горючих газовых смесей, обязанные процессу разветвления цепей, а обычные взрывы и горение газов, горение взрывчатых веществ, порохов, бензина в двигателях внутреннего сгорания, т. е. процессы, связанные со значительным выделением энергии. Эта энергия либо совершает полезную работу, либо приводит к сильным разрушениям. Изучение процессов горения и взрывов в условиях обычной человеческой практики имеет огромное значение для техники безопасности в промышленности, для выяснения наивыгоднейших условий осуществления процесса горения и взрыва.

Основу процесса горения составляет химический процесс. Во время экзотермической реакции выделяющееся тепло частично уходит из аппаратуры во внешнюю среду, а частично тратится на нагрев реагирующих веществ. Повышение температуры в зоне реакции приводит к сильному увеличению скорости реакции, вследствие чего в системе выделяется еще большее количество тепла и т. д.

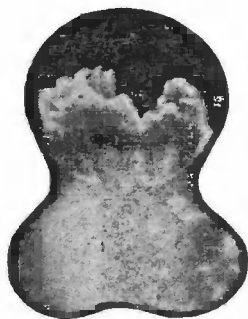


Рис. 10. Моментальная фотография распространения пламени в цилиндре двигателя внутреннего сгорания. Чтобы получить этот снимок, головка цилиндра двигателя была сделана из кварцевого стекла

Прогрессивный рост температуры, скорости реакции и выделения энергии воспринимается как взрывное протекание процесса. Это механизм так называемого теплового взрыва. Температура, развиваемая при газовых взрывах, достигает 3000° . Если известен кинетический закон химической реакции, энергия активации, тепловые свойства горючей смеси и условия теплоотдачи, то можно заранее вычислить температуру, при которой горючая смесь взорвется.

Начальную реакцию, прогрессивное развитие которой приводит к взрыву, можно вызвать нагреванием реакционного сосуда (в этом случае процесс взрыва называется самовоспламенением), поджиганием нагретыми телами (например, раскаленной проволокой), электрической искрой (в канале искры развивается весьма высокая температура порядка $10000-20000^{\circ}$).

После того как горючая смесь подожжена, процесс сгорания может распространиться по всей массе горючей смеси. На рисунке 10 показана моментальная фотография процесса распространения пламени в цилиндре двигателя внутреннего сгорания.

Если изучать процесс распространения пламени в специально созданных условиях (например, в трубах, заполненных горючими газовыми смесями), то можно видеть узкий фронт пламени, распространяющийся по несгоревшему газу от места поджигания. Ширина этого слоя около $0,01$ сантиметра. Газ перед фронтом пламени подогревается до температуры горения путем передачи тепла от пламени ($1500-3000^{\circ}$) к свежему газу комнатной температуры. Этот подогрев осуществляется в так называемой зоне подогрева, размеры которой всего лишь в $2-3$ раза больше ширины фронта пламени.

В реальных условиях фронт пламени сильно искривлен и разлохмачен. Это связано с наличием в зоне горения различных турбулентных газовых потоков, вызванных как

внешними причинами, так и самим процессом сгорания.

Однако есть одна величина, характеризующая процесс распространения пламени, которая не зависит от различных воздействий, искажающих структуру фронта пламени, — это нормальная скорость распространения пламени (линейная скорость, с которой распространяется пламя в направлении, перпендикулярном или, как говорят, нормальном к поверхности фронта пламени в каждой данной точке поверхности).

Это понятие было введено в науку о горении нашим соотечественником В. А. Михельсоном в 1891 году и с тех пор фигурирует в характеристике горючих газовых смесей как физико-химическая константа. Нормальная скорость распространения пламени может быть определена экспериментально и вычислена теоретически. Она непосредственно связана с кинетическими характеристиками реакции (кинетический закон, энергия активации) и тепловыми свойствами горючей смеси.

Нормальная скорость обычно невелика — в зависимости от состава смеси она колеблется от нескольких сантиметров до нескольких метров в секунду.

Весьма важным является вопрос о самой возможности распространения пламени. Оказывается, что существуют различные пределы для распространения пламени. Так, например, пламя не может распространяться в

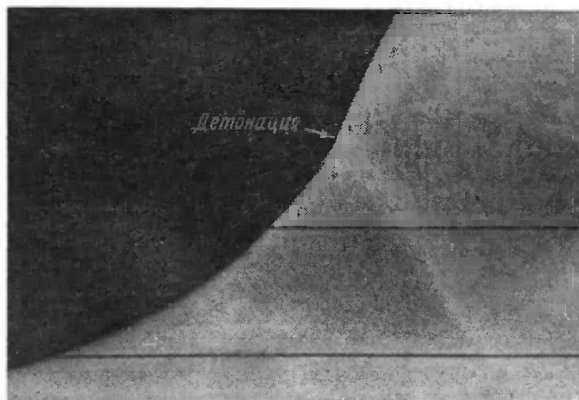


Рис. 11. Фоторегистрация перехода медленного горения в детонацию в смеси метана с кислородом (33 процента CH_4 и 67 процентов O_2 по объему) в трубе диаметром 15 миллиметров, снятая на вращающейся пленке (снимок Я. К. Трошина)

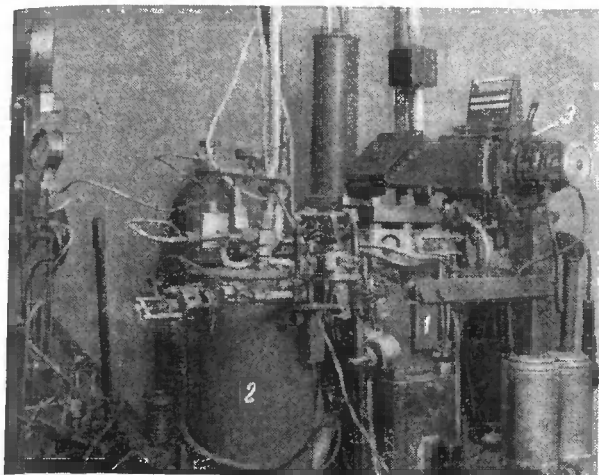


Рис. 12. Общий вид установки одиночных циклов (А. Н. Воинов). 1 — рабочий цилиндр; крышкой цилиндра служит сплошная пластина из пирексового стекла, поэтому все пространство, в котором происходит сгорание, доступно наблюдению; 2 — резервуар для приготовления топливно-воздушной смеси; 3 — многощелевая фотокамера, позволяющая одновременно фотографировать несколькими объективами распространение пламени в камере сгорания через несколько параллельно расположенных щелей. Снимки производятся на вращающейся пленке

смесях, содержащих слишком мало или слишком много горючего (в так называемых бедных и богатых смесях). В такой горючей смеси, как метан с воздухом, пламя не распространяется, если содержание метана в воздухе меньше 5 процентов или больше 15 процентов по объему. Смесь водорода и воздуха не взрывается, если содержание водорода в воздухе меньше 4 процентов или больше 74 процентов по объему. Наличие таких концентрационных пределов делает возможным безопасное использование взрывоопасных на первый взгляд газовых смесей в различных отраслях промышленности. Пламя не может также распространяться в узких трубках.

Причина прекращения процесса распространения пламени в бедных и богатых смесях и в узких трубках заключается в теплопотерях из зоны горения в окружающее пространство путем теплоотвода через стенки трубки и теплоотдачи излучением. Теплопотери уменьшают скорость реакции (пламя «остывает»), а вместе с ней уменьшается скорость распространения пламени вплоть до

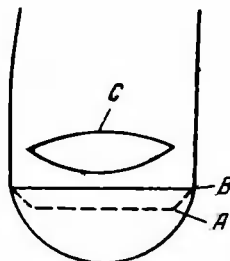
полного прекращения процесса. Так, например, если в результате теплопотерь нормальная скорость распространения пламени для горючих смесей окиси углерода (CO) с воздухом делается меньше 2—3 сантиметров в секунду, то пламя перестанет распространяться.

Так кинетические факторы оказываются определяющими в явлениях распространения пламени, имеющих огромную практическую важность.

Рассмотрим еще один чрезвычайно важный режим горения — так называемое детонационное горение. Детонация — это явление распространения пламени в горючих смесях с весьма большими и строго постоянными скоростями (1500—3500 метров в секунду). При детонации развиваются высокие давления и высокие температуры, превышающие температуру обычного пламени. Фронт детонационной волны состоит из двух зон — ударной волны (в которой происходит практически мгновенное сжатие газа, развивается высокое давление и температура, газ воспламеняется) и зоны химической реакции. Скорость детонации определяется физическими и термохимическими характеристиками горючей смеси, для ее вычисления не нужно знать кинетических характеристик реакции. Однако возможность возникновения и распространения детонации существеннейшим образом определяется кинетическими свойствами горючей смеси; кинетика определяет пределы детонации.



а



б

Рис. 13. Горение нитрогликоля при пониженном давлении. а — увеличенная фотография пробирки, в которой происходит горение. Отчетливо видна темная зона между освещенным краем мениска нитрогликоля и пламенем. б — пояснительный рисунок к фотографии: А — невидимая вогнутая поверхность мениска; В — освещенный край мениска; С — пламя (А. Ф. Беллерева)

Переход медленного горения в детонацию хорошо регистрируется фотографической съемкой процесса распространения пламени на вращающейся пленке (рис. 11).

Советские ученые глубоко проникают в механизм процессов горения в важных практических объектах. Для этого в лабораторных условиях создаются установки, моделирующие реальные объекты и позволяющие удобно изучать происходящие в них процессы.

На рисунке 12 изображена установка «одиночных циклов» для экспериментального изучения горения в двигателях. На этой установке получают фоторегистрации процесса сгорания в модели цилиндра двигателя при помощи семи объективов, расположенных против семи щелей, через которые можно наблюдать процесс сгорания.

Все основные теории процессов самовоспламенения и поджигания горючих газовых смесей, процессов распространения пламени созданы русскими и советскими учеными. Им же принадлежат важнейшие экспериментальные исследования в области горения.

Важно отметить, что теории и представления о распространении пламени, развитые для горения газовых горючих смесей, могут быть во многих случаях перенесены на область горения взрывчатых веществ. В основе этого положения лежит замечательный опыт советского ученого профессора А. Ф. Беляева, который показал, что взрывчатые вещества (например, нитрогликоль) сначала испаряются, а затем уже горят в паровой фазе. Он показал фотографированием, что мениск жидкого нитрогликоля, налитого в стаканчик, отделен от фронта пламени над ним узкой зоной паров испаряющегося нитрогликоля, подогретых до температуры горения (рис. 13). Ширина этой зоны, рассчитанная теоретически, близко совпадает с наблюдаемой экспериментально.

* * *

Химическая кинетика, опираясь на знание механизма химических превращений,

должна выполнить свою главную задачу — содействовать управлению химическим процессом, интенсификации химических производств и улучшению технологических процессов. В основе химической технологии лежит химический процесс. Химическая кинетика решает вопрос о скорости и направлении превращения и путях увеличения выхода нужного продукта в химической промышленности.

Директивы XIX съезда Коммунистической партии Советского Союза по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы ставят перед советской наукой ответственные задачи, которые должны способствовать успешному движению нашей страны вперед, к коммунизму.

Современная химическая кинетика может сказать решающее слово по таким важнейшим проблемам пятого пятилетнего плана, как переработка нефти, производство искусственного жидкого топлива, получение из природных и промышленных газов химических продуктов, производство синтетического каучука (особенно на базе химической переработки нефтяных газов), производство синтетического спирта и по многим другим проблемам.

Советская химическая кинетика занимает сейчас по главным направлениям ведущее место в мировой науке о химическом процессе.

Директивы XIX съезда партии открывают широкие перспективы развития науки в нашей стране.

Советские химики-кинетики неустанно работают над осуществлением задачи, поставленной великим Сталиным: «...не только догнать, но и превзойти в ближайшее время достижения науки за пределами нашей страны», над решением задачи, поставленной в докладе товарища Г. М. Маленкова на XIX съезде партии: «Развивать дальше передовую советскую науку с задачей занять первое место в мировой науке».

ПЕРЕДЕЛКА ПРИРОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ ПУТЕМ ВОСПИТАНИЯ

Профессор П. Д. Пшеничный



РОЛЬ ВОСПИТАНИЯ В ИЗМЕНЕНИИ ПРИРОДЫ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Около 8—10 тысяч лет тому назад человек приручил и одомашнил предков основных видов современных сельскохозяйственных животных. С того времени он коренным образом изменил их природу. По сравнению со своими дикими предками и примитивными породами, современные сельскохозяйственные животные и птицы более массивны, широкотелы и коротконоги, гораздо более плодовиты и скороспелы, гораздо быстрее и сильнее жиреют и т. д. Вследствие систематического кормления в течение ряда поколений большими порциями кормов, животные современных культурных пород обладают более вместительным пищеварительным аппаратом с лучше развитыми функциями; усвоение кормов у них выше, чем у их диких предков и у примитивных пород животных.

У многих видов сельскохозяйственных животных и птиц человек разрушил или ослабил некоторые важнейшие инстинкты, присущие всем диким и примитивным домашним животным.

Так, например, у большинства заводских пород кур расшатан и по существу устранен инстинкт насиживания; у крупного рогатого скота, свиней, коз, у многих пород кур ликвидирована или сильно сглажена

сезонность в функциях половой системы; у ряда пород крупного рогатого скота сильно ослаблен материнский инстинкт выкармливания потомства и т. д. Человек создал некоторые породы сельскохозяйственных животных с такими видами продуктивности, каких не было у диких животных. К ним относятся прежде всего тонкорунные овцы и лошади рысистых пород. Шерсть тонкорунных овец лишена волоса и состоит только из подшерстка — пуха, лишенного сердцевины; это определяет высокие ткацкие и сукожные качества тонкой шерсти. Обычно все четвероногие млекопитающие животные при высшей резвости бега переходят в галоп — естественный аллюр этих животных при быстром беге. Выдающиеся русские новаторы зоотехники А. Г. Орлов-Чесменский и В. И. Шишкин более полутора столетия тому назад впервые вывели орловскую рысистую породу лошадей, которые достигают высшей резвости на рыси, не переходя в галоп.

Занимаясь воспитанием и созданием надлежащих условий использования животных, животновод вкладывает в это дело свой труд и использует результаты труда людей прошлых поколений. Таким образом, воспитание — важнейшая часть активной деятельности человека, направленная на совершенствование сельскохозяйственных животных.

Воспитание сельскохозяйственных животных — это процесс формирования их для

определенных целей и определенных условий использования. Оно явилось тем могучим средством, которым человек воспользовался для приручения, а затем и одомашнивания диких предков сельскохозяйственных животных. Оно было и одним из самых важных средств создания лучших заводских пород. Средствами воспитания служат кормление, содержание, уход, тренировка.

Воздействовать средствами воспитания на сельскохозяйственных животных надо систематически, в течение всей их жизни, начиная с самых ранних стадий развития и, как увидим ниже, лучше всего в течение двух-трех смежных поколений.

Больше всего под влиянием условий воспитания изменяются те ткани, органы, их системы и целые организмы, которые в период действия тех или иных условий жизни наиболее интенсивно функционируют, развиваются и растут или переходят от одной стадии развития к другой, так как в это время они наименее устойчивы.

О ВОЗМОЖНОСТИ УПРАВЛЕНИЯ ЗАРОДЫШЕВЫМ РАЗВИТИЕМ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

Развитие — цепь формообразовательных процессов — у сельскохозяйственных животных и птиц наиболее интенсивно протекает во время внутриутробного или инкубационного периода. Работы по эмбриологии сельскохозяйственных животных позволяют наметить три важнейших периода их зародышевого развития: первый — предзародышевый период — это период развития половых клеток до момента оплодотворения — слияния их. Второй — зародышевый период — длится от момента оплодотворения до формирования особи, в основных чертах своего строения сходной с юным организмом данного вида. Наконец, плодный период — от конца зародышевого периода до момента рождения юного животного — это период сильного абсолютного эмбрионального роста.

В предзародышевый и зародышевый периоды развития, в результате бурно протекающих процессов формирования (развития), возникают половые клетки, а из них, после взаимного слияния, создается высокоорганизованное тело сельскохозяйственного животного определенного вида. В эти периоды

закладывается наследственная основа — тип обмена веществ, а также жизнеспособность животного. У большинства видов живородящих сельскохозяйственных млекопитающих зародышевый период оканчивается в первую четверть, а у кроликов — в первую половину внутриутробного развития. В середине внутриутробного развития плод сельскохозяйственных животных уже настолько хорошо сформирован даже функционально, что на местные раздражения он отвечает четкими координированными движениями.

В зародышевый период абсолютный рост зародышей мал, а часто и совершенно незначителен. Это значит, что в течение зародышевого периода — в период наиболее бурного внутриутробного формирования — плоду необходимо, прежде всего, высокое качество, а не количество питания. Потребность плода в пищевой энергии в это время практически невысока, она покрывается за счет запасов тела матери, без всякого ущерба для нее.

Высокое качество питания — главный фактор обеспечения лучших условий для предзародышевого и зародышевого развития животных. Биологически полноценное кормление производителей и маток до случки и в период случной кампании, а также высококачественное кормление маток в первую четверть или треть беременности, при обычном количественном уровне питания, обеспечивает высокую плодовитость маточного состава и формирование приплода высокой жизнеспособности.

В плодный период, особенно в последнюю четверть беременности, возрастает значение количественного уровня питания матери, в связи с сильным абсолютным ростом плода. Нужна специальная прибавка корма, идущего на рост плода. Само собой разумеется, что полноценность кормления маток и в этот период обязательна. Следует отметить, что содержание производителей и маток в сухих, светлых и хорошо вентилируемых помещениях, достаточный моцион, чистота помещений и животных, целенаправленная тренировка, бесперебойное снабжение животных водой и т. д. оказывает, наряду с правильным кормлением, большое влияние на воспроизводительные способности сельскохозяйственных животных.

Возможно ли изменять в желательном направлении обмен веществ животного во время внутриутробного его развития?

Основные положения мичуринской биологии, опыты с сельскохозяйственными животными и тщательные научно-хозяйственные наблюдения дают основание утверждать, что мы можем управлять их внутриутробным индивидуальным развитием. Необходимо, однако, ясно представить себе, что задача эта нелегкая. Здесь требуется знание дела, целеустремленность и достаточная продолжительность определенных воздействий. Материнский организм принимает на себя все воздействия внешней среды, которые в преобразованном виде доходят до половой клетки и плода. Материнский организм служит активным буфером между плодом и факторами внешней среды, контролируемые нами.

Изменение характера (типа) и даже интенсивности обмена веществ материнского организма повлечет за собой адекватные (соответственные) изменения в типе обмена веществ — в направлении всего развития плода. Если, например, в предзародышевый и в зародышевый период развития плода организм коровы-матери находится на высоте функций молочности, если получаемые ею рационы биологически полноценны и способствуют повышению удоев или поддержанию их на высоком уровне, то получение жизненного животного с хорошими залатками молочности будет наиболее вероятно. Данные, полученные нами за несколько лет по 928 отелам, показывают, что в тех случаях, когда оплодотворение коровы и зародышевый период развития плода происходили при высоких удоях и полноценном кормлении, 93 процента родившихся телок отличалось крепким здоровьем, хорошим аппетитом и вырастало в высокомолочных коров. Оплодотворение в конце нормальной лактации при неполноценном кормлении приводило к рождению телок, 41 процент которых во взрослом состоянии отличался пониженной молочной продуктивностью (ниже, чем их матери и сверстницы).

Сотрудник Украинского института животноводства В. И. Иваненко в опыте на каракульских овцах показал, что при одном и том же количестве энергии в корме, но при повышении уровня белкового питания на 50—70 процентов, а также сочности рационов маток во время беременности, выход первоклассных каракульских смушков увеличивается в полтора раза (38,8 процента против 26,3 процента). При этом наблюдается замет-

ное отклонение каракульских ягнят в сторону крепкой и даже несколько грубой конституции, усиление блеска и извитости завитков смушков, а одновременно с этим тенденция к укрупнению. Обширными исследованиями С. В. Буйлова, М. М. Катковой и Н. И. Котленко в каракульском овцеводстве юга Украины установлено, что усиленный рацион беременных каракульских маток содействует улучшению качества смушка их ягнят, а обильное кормление их способствует перерослости смушка ягнят и понижению его сортности. Исследования И. Я. Аверьянова установили, что каракуль лучшего качества получается, если матки в течение всей беременности хорошо обеспечены сухим и полусухим подножным кормом на осенних и зимних пастбищах, а зеленая трава становится основным кормом в конце суягности.

О широких возможностях управления внутриутробным развитием сельскохозяйственных животных свидетельствуют также длительные опыты А. Е. Коноваленко, зоотехников-опытников И. А. Тревога и К. С. Обенко, проводимые под нашим руководством в учебном хозяйстве Харьковского зоотехнического института и в племенном хозяйстве «Венцы-Заря» на двух-четыре поколения свиней крупной белой породы и наш опыт совместно с Е. Н. Ивицкой на четырех поколениях тонкорунных овец.

Все это можно объяснить только с позиций мичуринской биологии, признающей возможность и необходимость изменения природы организмов под влиянием условий их жизни. По поводу передачи потомству тех свойств ближайших предков, которые в год скрещивания родителей были у них наиболее сильно выражены, И. В. Мичурин писал: «...из моих долголетних наблюдений выяснилось, что сеянцы плодовых деревьев наследуют от своих ближайших предков через посредство родителей в большей мере те свойства, которые в них в год скрещивания выступали с большей силой»¹.

Можно, таким образом, утверждать, что для получения жизненного приплода с желательным типом обмена веществ и с желательным направлением развития необходимо во время внутриутробного развития сельскохозяйственных животных проводить следующие мероприятия. Прежде всего, безусловно

¹ И. В. Мичурин. Сочинения, т. I, Сельхозгиз, 1948, стр. 342—343.

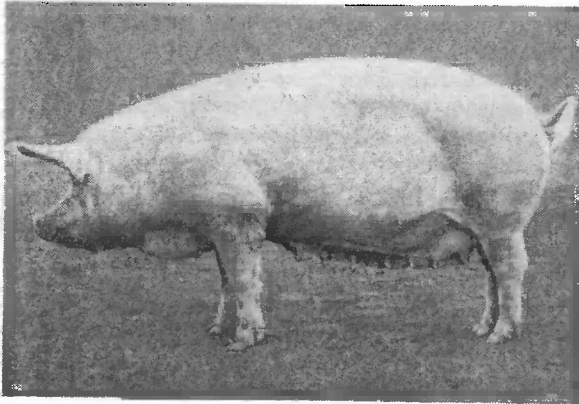


Рис. 1. Свиноматка № 73, рождения 1948 года, вскормленная на «концентратных» рационах (первое поколение)

выполнять зоогигиенические требования — соблюдать гигиену помещений, моцион, водопой, гигиену кожи, не допускать кислородного голодания и т. д.

Большое значение имеет высококачественное, биологически полноценное питание производителей до случки, а маток — как до случки, так и в течение первой трети-четверти периода беременности. Далее необходимы соответствующие кормление, содержание и приемы использования маток, способствующие наивысшему проявлению функций желательной продуктивности, которую хотят развить в будущем потомстве, до случки и в течение первой трети-четверти периода беременности, т. е. в предзародышевый и зародышевый периоды внутриутробного развития животных. Наконец, требуется обильное и полноценное кормление маток в сочетании с правильным содержанием и системой их использования, в течение всего периода внутриутробного развития, а особенно в последнюю треть-четверть периода беременности маток.

ОБ УПРАВЛЕНИИ ПОСТЭМБРИОНАЛЬНЫМ РАЗВИТИЕМ

После рождения между организмом сельскохозяйственного животного и контролирующими нами условиями внешней среды устанавливаются качественно иные отношения, чем это было во время внутриутробного развития. Промежуточного буфера, каким был раньше для плода материнский орга-

низм, уже нет, и новорожденные животные вступают в непосредственные взаимоотношения с контролируемыми нами условиями жизни; появляется возможность непосредственно действовать на организм молодого животного; расширяются возможности управления его индивидуальным развитием, но в то же время ответственность и риск возможных ошибок неизменно возрастают.

Во внеутробном развитии сельскохозяйственных млекопитающих животных можно наметить пять периодов, без учета особенностей которых нельзя строить системы направленного воспитания.

Первый период (стадия новорожденности) — от рождения до наступления относительной независимости молодого животного от матери и способности его к самостоятельной жизни — период приспособления к условиям внеутробного развития. Эта стадия подготавливается в зародышевый и плодный периоды внутриутробного развития и в нашей работе является самой ответственной стадией внеутробного развития сельскохозяйственных животных. Она продолжается две-четыре недели со дня рождения, в зависимости от вида животных. В течение недели-двух после рождения полностью устанавливается терморегуляция, постепенно сменяются очаги кроветворения; резко изменяются ферментативные и всасывательные функции организма и т. д.

Сохранение молодняка и поддержание его здоровья зависит главным образом от

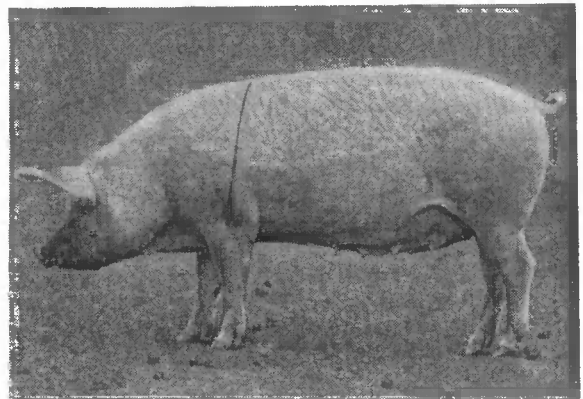


Рис. 2. Свиноматка № 34—11, рождения 1949 года, дочь свиноматки № 73, вскормленная на «концентратных» рационах (второе поколение)

нашей работы именно на этой стадии внеутробного развития. Кормление материнским молоком в этот период обязательно, так как оно является главной, а часто почти единственной пищей новорожденного.

Второй период — молочный — требует обязательного кормления молоком, как основным кормом. Хотя молодое животное потребляет некоторое количество растительных кормов, но в его питании они играют подсобную роль. Молоко (не обязательно материнское) продолжает оставаться основной пищей, а потребляемые растительные корма способствуют развитию органов питания и созданию наилучших внутренних условий для дальнейшего развития животного на растительных кормах, сначала основных, а затем и единственных.

К концу третьего периода — полового созревания и нарастания индивидуальности в типе развития (в том числе и телосложения) — мы имеем дело с законченным развитием строения и функций органов воспроизводства, с завершением формирования основных черт отличия данного животного от других животных той же породы, стада, линии и семейства.

Четвертый период — период зрелости и расцвета функциональной деятельности (продуктивности животного) — характеризуется разгаром воспроизводительных и продуктивных функций.

В последний, пятый период — период старения, угасания — начинается спад про-

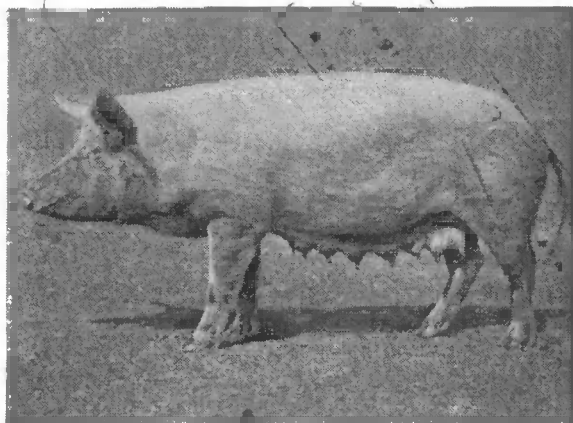


Рис. 4. Свиноматка № 33—4, рождения 1949 года, дочь свиноматки № 78, вскормленная на «сенно-кормеplодных» рационах

дуктивности, а следовательно, и рентабельности животного. Если от такой матки необходимо получать потомство до глубокой старости, подбирать к ней производителя нужно строго по ряду признаков, в том числе и по возрасту.

Первые три периода являются периодами прогрессивного внеутробного роста животных. В первый-второй период преобладает рост трубчатых костей, а следовательно, рост животных в высоту; во второй-третий период преобладает рост коротких и плоских костей и соответственно, рост животных в длину туловища; наконец, в третий-четвертый период на первое место по интенсивности выдвигается рост плоских костей, в соответствии с чем преобладает рост сельскохозяйственных животных в ширину и глубину туловища. Первые два периода внеутробного развития характеризуются очень интенсивным функциональным развитием и морфологическим ростом органов питания.

Уровень кормления, а значит и уровень роста (привесов) молодняка должен отвечать конкретным задачам воспитания.

Материалы наших работ позволяют утверждать, что для воспитания желательного типа строения тела сельскохозяйственных животных необходимо обильное кормление, стимулирующее развитие желательных органов и тканей в одни периоды роста, и умеренное кормление, не задерживающее, но и не стимулирующее развития тканей и органов,

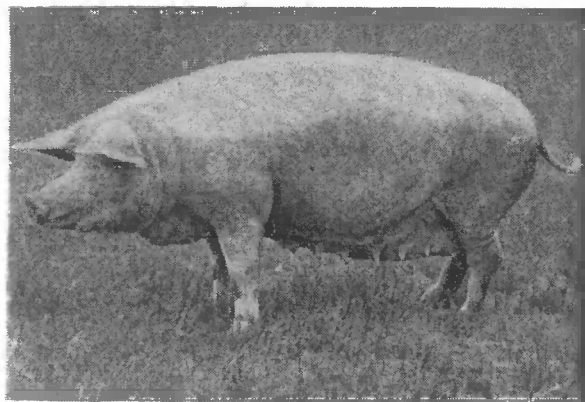


Рис. 3. Свиноматка № 78, рождения 1948 года (сестра матки № 73), вскормленная на «сенно-кормеplодных» рационах (первое поколение)

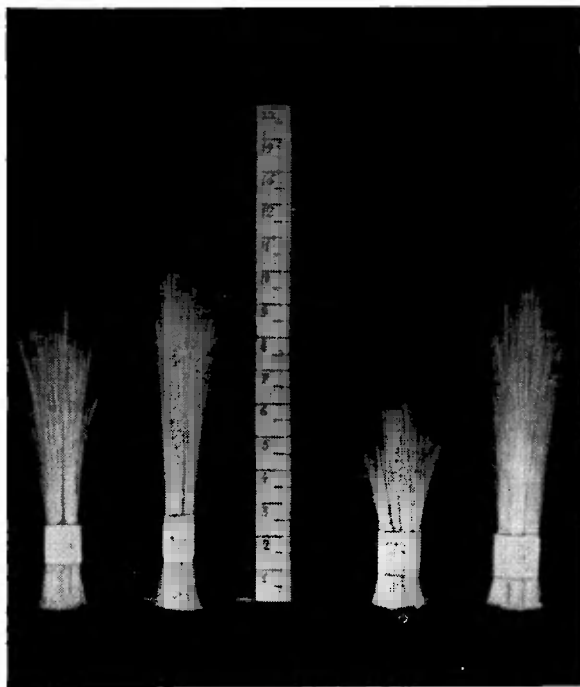


Рис. 5. Щетина подопытных свиней четвертого поколения. Слева щетина хрячков, справа — свинок. 1 и 3 — щетина свиней вскормленных на «концентратных» рационах, 2 и 4 — щетина свиней, вскормленных на «сенно-корнеплодных» рационах

менее важных в данном случае, — в другие периоды.

При воспитании продуктивных животных этому требованию отвечают схемы интенсивного кормления, построенные на принципе нарастания привесов в первые три-шесть месяцев после рождения и не спадающих привесов, с 3—6 до 9—12 месяцев, причем молодняк рано приучается к потреблению растительных кормов; при воспитании лошадей схемы интенсивного кормления строятся на спадающей кривой привесов от рождения до годового возраста.

Воспитание продуктивных животных по типу нарастающих привесов наиболее отвечает требованиям выращивания массивных высокопродуктивных животных. Кроме того, нарастающая кривая привесов естественна для культурных пород крупного рогатого скота, свиней, овец и кроликов, которые обильно кормятся в расчете на рекордные привесы. Наоборот, для примитивных пород животных

этих видов характерна спадающая кривая привесов.

Наши опыты с крупным рогатым скотом, овцами, свиньями и кроликами установили, что приучение молодняка с раннего возраста к рационам с высоким содержанием растительных кормов (трава, сено, сочный корм) не только влечет за собой повышение аппетита, лучшую переваримость и усвояемость кормов, но и способствует усилению роста и увеличению пищеварительного аппарата, поджелудочной железы, сердца, легких и мускульной ткани, а также изменяет характер развития костяка и т. д.

При этом создаются все предпосылки для получения рекордных привесов уже в первые месяцы внеутробного развития молодняка.

Скармливание ацидофильной простокваши, поджаренного ячменя, осоложенного и дрожжеванного концентрированного корма, корнеплодов и обязательные ежедневные прогулки были важнейшими средствами, побуждавшими поросят поедать максимум задаваемых им растительных кормов. Это обеспечивало отличный аппетит у всех поросят уже в первые два месяца внеутробного развития.

В 1948 году наш ассистент А. Е. Коноваленко начал опыт по воспитанию свиней. Свиньи с самого рождения кормились по-разному. В годовом возрасте свиньи первой (контрольной) группы получали в суточном рационе три четверти сухих веществ из концентрированных (зерновых) кормов и одну четверть — из вегетативных (корнеплоды, трава и сено), свиньи же второй (опытной) группы получали в это время две трети сухих веществ из вегетативных кормов и одну треть из концентрированных кормов. Первую группу мы называли «концентратной», а вторую — «малоконцентратной». Опыт производился над поросятами абсолютно одинакового происхождения — полными братьями и сестрами. Общий количественный энергетический и протеиновый уровень кормления свиней обеих групп был все время одинаков.

Сейчас опыт продолжается уже над четвертым поколением свиней. Разное кормление в течение всей жизни привело к созданию разных типов животных. Свиньи «малоконцентратной» группы более плодовиты, более молочны, у них лучше развиты молочные железы, они гораздо больше обросли щетиной, что указывает на более высокую крепость

конституции, чем у свиней «концентратной» группы. Разница в типе между группами свиней усиливается во втором, третьем и четвертом поколениях, т. е. когда животные из поколения в поколение находятся на различном питании не только в постэмбриональный, но и в эмбриональный период. Это достаточно хорошо видно при сравнении фотографий свиней и их щетины (рис. 1—5).

Высокий уровень питания, в сочетании с содержанием животных в гигиенических условиях и надлежащими упражнениями (тренировкой) всего организма или отдельных его органов и их систем, повышает интенсивность обмена веществ и роста животного, улучшает развитие жевательных органов.

Тренировка служит могучим средством управления обменом веществ, а следовательно, физиологическим и морфологическим развитием сельскохозяйственных животных. Интенсификация функций тех или иных органов животного усиливает их рост, а в конечном итоге изменяет их строение.

В истории животноводства создание орловского рысака явилось непревзойденным примером решающей роли тренинга в создании новых качеств у целой породы сельскохозяйственных животных. Специальной рысистой породы лошадей до орловского рысака не существовало нигде. Как указывалось,

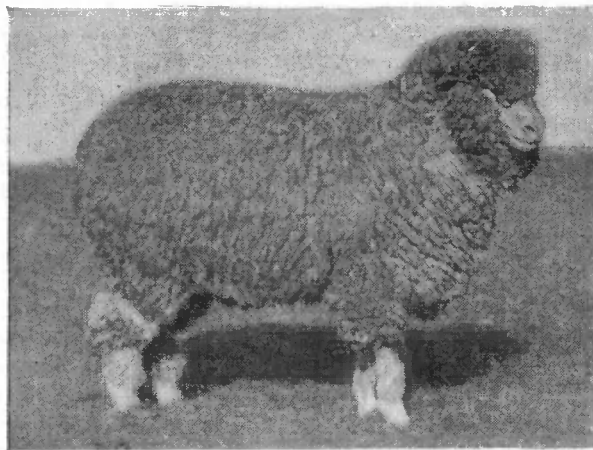


Рис. 6. Ярка № 71 асканийской породы (рекордист по живому весу и настригу шерсти), рождения 1948 года, вскормленная на рационах, богатых протеином. Живой вес в годовом возрасте 76,5 килограмма, настриг тонкой шерсти 8,51 килограмма, длина шерсти 9 сантиметров

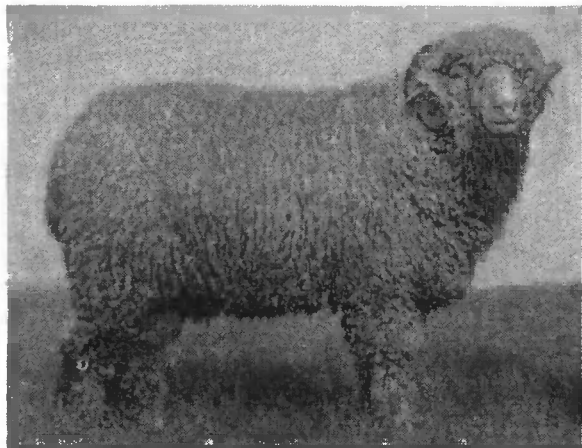


Рис. 7. Баран № 34 асканийской породы (рекордист по живому весу), рождения 1948 года, вскормленный на рационах, богатых протеином. Живой вес в годовом возрасте 106 килограммов, настриг тонкой шерсти 11,4 килограмма длина шерсти 11 сантиметров

на высшей резвости все четвероногие млекопитающие переходят с рыси в галоп, как нормальный аллюр высшей резвости. Русские выдающиеся коннозаводчики А. Г. Орлов-Чесменский и В. И. Шишкин в течение последней четверти XVIII столетия и первой четверти XIX столетия, скрещивая арабскую, датскую и голландскую лошадь, получили потомков с расптанной наследственностью. Затем, систематически тренируя их из поколения в поколение, они добились высшей резвости на рыси (без перехода в галоп). Последующим подбором они закрепили в породе созданное тренировкой это свойство рысистых лошадей.

Опыт показывает, что в воспитании молодняка ведущим должен быть не принцип бесконтрольного приспособления к индивидуальным свойствам животного, а, наоборот, — принцип приучения животных к определенному режиму производства, наиболее рациональному в крупном социалистическом животноводстве.

Опыты, проведенные под нашим руководством, показывают, что в племенном свиноводстве увлечение некоторыми способами подготовки кормов (например, варка, запаривание, разжижение водой и другие) ведет не к повышению, а к понижению продуктивности племенных свиней, к изнеживанию их

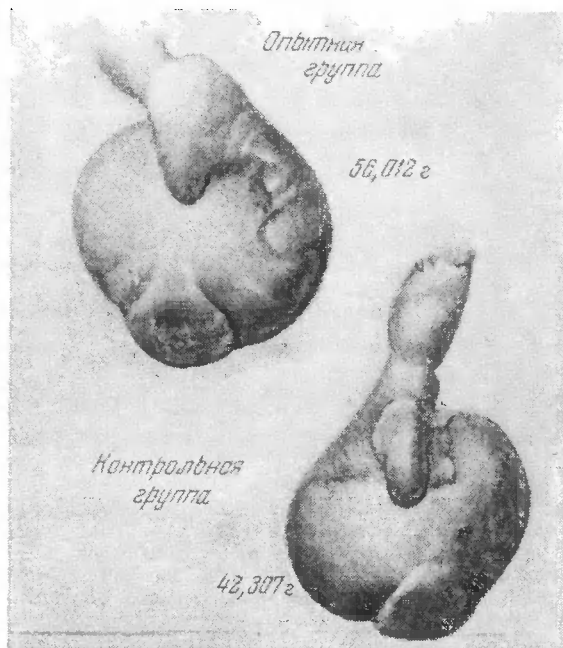


Рис. 8. Мышечные желудки подопытных цыплят в четырехмесячном возрасте

и к непроизводительному расходованию средств. Наоборот, при откорме свиней варку и запаривание кормов надо всячески поощрять; скармливание таких кормов ускоряет их переваривание, усиливает чувство голода, повышает аппетит и улучшает результаты откорма.

В тонкорунном овцеводстве, при воспитании высокопродуктивных по настригу шерсти овец, наиболее важную роль играет полноценность питания, особенно в отношении белков, а также гигиеническое содержание в здоровых условиях производителей, маток и самого молодняка. Количественная сторона питания занимает здесь второстепенное место (рис. 6,7).

То, что в число растений, которыми кормятся овцы, входит в полтора-два раза больше видов, чем в корм других сельскохозяйственных животных, часто используется для доказательства неприхотливости овец. Такое толкование, однако, одностороннее, неполно, а значит и неверно: из того, что овца поедает много видов растений, вытекает, что она хотя и неприхотлива, но очень требовательна в отношении разнообразия и полноценности питания.

ПЕРИОДИЧЕСКИЕ ЯВЛЕНИЯ В ФУНКЦИЯХ ОРГАНИЗМА И ВОСПИТАНИЕ

При создании самых равномерных и стабильных условий жизни мы сталкиваемся везде и во всем с периодической сменой характера и напряжения в отправлениях животного организма.

Изменяя условия жизни, мы можем соответственно изменять и периодичность, волнообразность, ритмичность жизни животного. Надо, однако, помнить, что во взаимоотношениях организма и среды самому организму принадлежит не пассивная, а активная роль.

Управление периодическими явлениями в жизни животных, а значит и управление обменом веществ организма, обязательно предполагает необходимость отличного знания природы животного, его ответных реакций на действие тех или иных условий жизни. Периодические явления в жизни животных уже давно привлекали внимание наших ученых. Около ста лет тому назад этим живыми интересовались Н. А. Северцов и А. Ф. Миддендорф. В последние годы разработкой этих вопросов (на сельскохозяйственных животных) занимаются в нашей стране В. И. Федоров, М. Н. Кириллов, А. П. Дмитроченко и наш коллектив.

Научно-теоретическим фундаментом современных работ по изучению периодических явлений в жизни сельскохозяйственных животных служит физиологическое учение И. П. Павлова.

Великий физиолог установил, что «...нервная система склонна усвоить известную последовательность, ритм и темп деятельности»¹, что периодичность, ритмичность, цикличность в деятельности животного организма есть не что иное как «явление борьбы, уравнивания между раздражительным и тормозным процессами»², а отсюда, явление борьбы между процессами диссимиляции и процессами ассимиляции, ибо «...очень многое из нашего экспериментального материала склоняет к принятию, что тормозной процесс, вероятно, стоит в связи с ассимиляцией, как раздражительный процесс, само собой разумеется, связан с диссимиляцией»³. Во время сна, как торможения, разлитого по

¹ И. П. Павлов. Соч., т. III, кн. 1, 1951, стр. 309—310.

² Там же, т. IV, стр. 76.

³ Там же, т. III, кн. 2, стр. 228.

большим полушариям головного мозга, в организме высших животных преобладают процессы ассимиляции.

Для активной работы всего организма высшего животного необходимо ритмичное чередование процессов раздражения и процессов торможения. Это ведет к устойчивой активизации обмена веществ и особенно процессов ассимиляции в животном организме.

И. П. Павлов неопровержимо доказал, что периодичность, ритмичность питания сильно повышает стойкость пищевого рефлекса, аппетита, тогда как монотонность режима питания и перебои в питании нарушают пищевой рефлекс, резко снижают аппетит.

Длительное однообразное воздействие на организм животного постоянными несменяющимися факторами среды, во-первых, вызывает угнетение деятельности организма вследствие перераздражения нервной системы и, во-вторых, ведет к угнетению приспособительной изменчивости, а следовательно, и к ослаблению жизнеспособности, и при переводе в другую среду животное оказывается маложизненным. Рядом опытов и наблюдений над содержанием телят, поросят, ягнят и цыплят установлено, что ритмичная смена температуры окружающего воздуха (понижение температуры днем и повышение ее ночью в стойловый период, смена дневной жары ночной прохладой в летних лагерях) приводит к повышению устойчивости молодняка к различным заболеваниям, способствует повышению интенсивности окислительно-восстановительных процессов и приспособительных возможностей.

Весной 1952 года аспирант С. И. Кравченко и ассистент Н. И. Чуркина приступили к опыту воспитания цыплят при разном температурном режиме воздуха в брудерный период. Для опыта были взяты цыплята породы белый леггорн и местных кур. В первый месяц после вылупливания из яиц цыплята контрольной группы содержались в брудере¹ при высокой температуре воздуха от 33° до 35° С (в первые дни после вылупливания) и до 23°—25° С (в месячном возрасте). Цыплята опытной группы в это же время содержались при температуре воздуха в 15°—20° С, а для обогрева несколько раз в течение дня и на ночь они поме-

щались в шалашики, где температура воздуха поднималась до 25—35° С. Таким образом, цыплята опытной группы подвергались в этот период воздействию ритмичных смен температуры воздуха; такая ритмика имеет место и тогда, когда цыплят водит курица. После месячного возраста цыплята обеих групп содержались вместе и в абсолютно одинаковых условиях.

Уже начиная с недельного-двухнедельного возраста, цыплята опытной группы стали выгодно отличаться от цыплят контрольной группы. Они росли быстрее, ели корм лучше, были более подвижны, обмен веществ у них был интенсивнее, яйцекладка началась почти на месяц раньше и протекала более интенсивно, чем у цыплят контрольной группы.

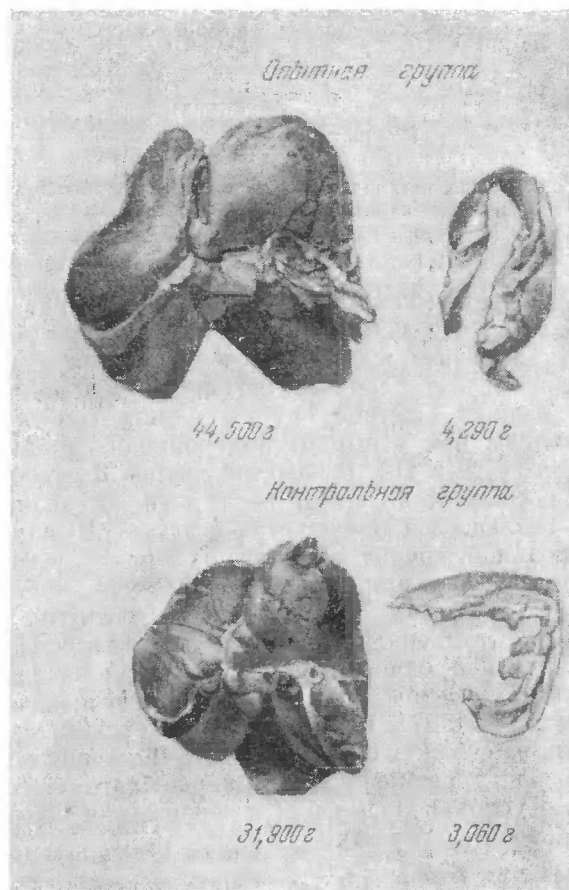


Рис. 9. Печень и поджелудочная железа подопытных цыплят в четырехмесячном возрасте

¹ Брудер — помещение для обогрева выведенных в инкубаторе цыплят в первый месяц после вылупливания из яиц.

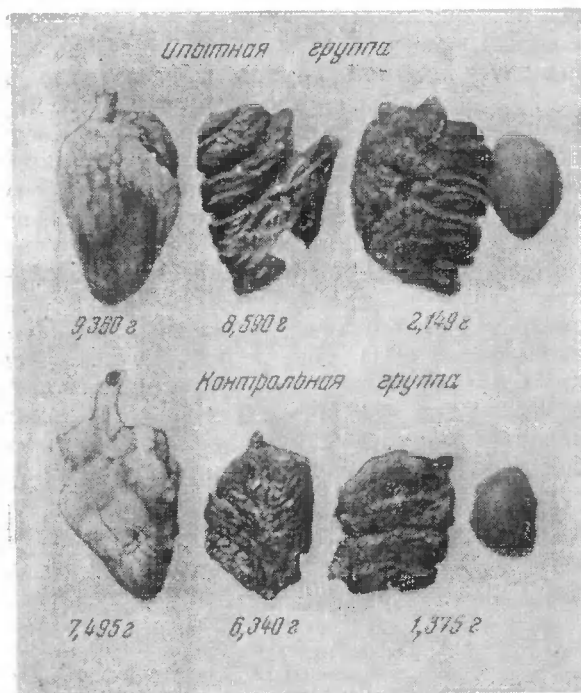


Рис. 10. Сердце, легкие и селезенка подопытных цыплят в четырехмесячном возрасте

Данные ежемесячных опытных убоев показывают, что даже в четырехмесячном возрасте мышечный желудок, печень, поджелудочная железа, сердце, легкие и селезенка у цыплят опытной группы весили заметно больше, чем у цыплят контрольной группы (рис. 8, 9 и 10). В опытной группе цыплята в первый месяц жизни росли при ритмично колеблющейся температуре воздуха. В контрольной группе цыплята в первый месяц жизни росли при равномерно высокой температуре воздуха. Таким образом, ритмичная смена температуры воздуха, применяемая в течение одного только первого месяца жизни, способствует возникновению в организме цыплят таких глубоких изменений, что они не сглаживаются даже к 4—6 месячному возрасту, несмотря на одинаково благоприятные условия кормления и содержания после месячного возраста.

Опыты П. И. Шумского с лошадьми, исследования лаборатории А. Д. Слонима, проведенные над обезьянами, и исследования нашей лаборатории над овцами, свиньями, кроликами и птицами показали, что при одном и том же уровне питания разная частота кормления в сутки влечет за собой глубокие изменения в обмене веществ животных: частое кормление (6—8 раз в сутки) способствует углеводному обмену, а более редкое кормление (1—4 раза в сутки) способствует жировому обмену, ожирению животных и более экономному расходованию организмом своих резервов. Ритмичная смена условий жизни — могучее средство в руках человека, переделывающего природу животных.

Наши опыты воспитания тонкорунных ягнят, телят, поросят, крольчат установили, что периодическая размеренная смена уровня и техники кормления, а также характера кормов и рационов способствует повышению жизнеспособности, роста и продуктивности сельскохозяйственных животных.

Изучение соразмерных воздействий факторами, производящими противоположный эффект, открывает широкие перспективы управления обменом веществ.

Чем выше напряженность функций животного организма, чем выше жизнедеятельность животного, тем более необходимо воздействовать на организм животных ритмичной сменой условий кормления, содержания и упражнения. При повышении уровня работы организма повышается и роль корковых регуляций, а периодическая ритмичная смена процессов раздражения и торможения в обмене веществ приобретает все большее значение.

При изменении условий жизни раньше и сильнее всего меняется поведение животных. Это вызывает изменения в обмене веществ, которые влекут за собой изменения в строении тканей, органов и всего тела животного.

Отсюда вытекает ведущее значение нервной деятельности для изменений животного организма под влиянием воспитания в молодости, а следовательно, и положительное влияние на организм периодической смены условий жизни.

МИКРООРГАНИЗМЫ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ ВОДОЕМОВ

Профессор А. Е. Крисс



Когда говорят о биологической продуктивности водоемов, то имеют в виду происходящие в них процессы образования и превращения живой материи. Она представлена целым рядом существ — от бактерий и неклеточных форм жизни до таких гигантов моря, как киты. В природе нет ни одного водоема, где не протекала бы жизнь в той или иной ее форме, и можно сказать, что название «Мертвое море» не соответствует действительности: этот водоем населен различными организмами, приспособившимися к высокой концентрации и характерному составу солей в нем.

Человек издавна стремился использовать живущие в водоемах организмы, но и по настоящее время еще далеко не все водные животные и растения служат объектом промысла. Хотя человек непрерывно расширяет круг использования организмов, населяющих водоемы для удовлетворения своих растущих потребностей, однако всю продукцию водоемов следует разделить на хозяйственно-ценную и не используемую пока в нуждах человека. Среди хозяйственно-ценных главное место по своему значению занимают рыбы; вот почему рыбопродуктивность водоемов стоит в центре внимания науки.

Совершенно очевидно, что рыбопродуктивность, так же как и продуктивность водоемов в отношении иных объектов промысла, на-

ходится в тесной взаимной связи с процессами воспроизведения других форм жизни в водной среде. Эта взаимосвязь находит основное, но не исчерпывающее выражение в пищевых взаимоотношениях между различными группами живых существ водоемов, причем «пищевые цепи» значительно сложнее общеизвестной схемы: рыба питается беспозвоночными животными, а последние — многоклеточными и одноклеточными водными растениями. Понимание всего многообразия связей живых существ водоема и взаимодействия их с окружающей неживой природой необходимо для понимания закономерностей биологического продуцирования водоема и возможности управления этими процессами в интересах народного хозяйства. Особое значение приобрела проблема биологической продуктивности водоемов, в связи с великим Сталинским планом преобразования природы нашей Родины и директивами XIX съезда партии по пятому пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы.

Чем определяется важная роль микроорганизмов в процессах биологической продуктивности водоемов? Во-первых, бактерии разлагают мертвое органическое вещество, превращая продукты его распада в пригодные для питания водной растительности; во-вторых, сами бактерии служат пищей для водных животных. Таким образом, существование бактерий в водоеме и деятельность их

обуславливают развитие основных звеньев в «пищевых цепях» водоема, от которых зависит выход рыбной продукции.

РАЗЛОЖЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМАМИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДОЕМАХ

Микроорганизмы заселяют всю массу воды водоемов, они живут и на дне их. Если в конце прошлого столетия некоторые исследователи сомневались, распространены ли бактерии на больших глубинах океана, то сейчас имеются доказательства того, что бактериальная жизнь существует до предельных глубин в десять тысяч метров и в местах океана, расположенных далеко от суши.

Число бактерий в различных водоемах неодинаково. Это зависит прежде всего от наличия пищи для них в этих водоемах. Наилучшим пищевым материалом для микроорганизмов служит мертвое органическое вещество. Разлагая органические соединения и вызывая превращения продуктов их рас-

пада, бактериальная клетка получает энергию и вещества, необходимые ей для построения тела. Если нет органических материалов, но есть элементы или неорганические соединения, при окислении которых возникает достаточное количество энергии (например, водород, сера, сероводород, аммиак, нитриты, метан, закисные соединения железа), то некоторые виды бактерий, как и зеленые растения, могут ассимилировать углекислоту, используя ее углерод для синтеза органических частей своей протоплазмы.

Содержание и распределение пищевого материала влияет на увеличение или уменьшение плотности бактериального населения водоемов. В отношении озер это доказано С. И. Кузнецовым¹. Из помещенной ниже таблицы видно, что озера, сравнительно богатые усвояемым органическим веществом, содержат в одном миллилитре воды несколько миллионов бактерий, тогда как озера с низкой концентрацией органических соединений значительно беднее микроорганизмами: в них меньше чем 200 тысяч бактерий в одном миллилитре воды. Максимальная плотность микроорганизмов, обнаруженная С. И. Кузнецовым, — 12 миллионов в одном миллилитре воды.

В морях и океанах также можно установить явную зависимость между распределением усвояемого органического вещества и бактериями.

Распределение бактерий в поверхностном слое воды озер

Озера	Усвояемое органическое вещество (миллиграмм на литр)	Общее число бактерий в одном миллилитре воды (в тысячах)
Пертозеро	0,44	130
Кончозеро	0,67	170
Еловое	1,43	542
Ильменское	3,03	1640
Торфяной карьер	4,25	2320
Белое озеро	4,25	2230
Б. Медвежье	7,16	3720

На рисунке 1 схематически показано соотношение между содержанием микроорганизмов в поверхностном слое воды в раз-

¹ С. И. Кузнецов. Применение микробиологических методов к изучению органического вещества в водоемах. «Микробиология», 1949, т. XVIII, стр. 203.

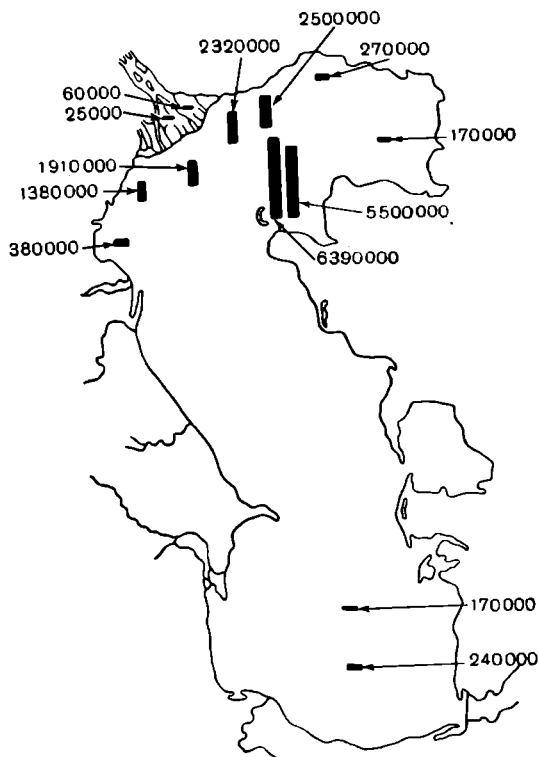


Рис. 1. Количество бактерий в поверхностном слое воды в различных местах Каспийского моря

личных районах Каспийского моря. Это соотношение выведено на основании подсчетов общего числа микроорганизмов, сделанных в Северном Каспии В. С. Буткевичем¹ и Л. К. Осницкой и в Южном Каспии — А. В. Ворошиловой. Наибольшие скопления бактерий обнаружены в высыхающих лагунах с гниющей растительностью на острове Кулалы и в пространстве воды у устья Волги. В этих местах очень высока концентрация органического вещества, благодаря богатству растительного и животного мира. Это богатство определяет бурное развитие бактерий (число их достигает нескольких миллионов в 1 миллилитре воды) и в свою очередь зависит от высокой активности микроорганизмов.

На рисунке 2 графически изображено изменение плотности микробного населения на различных глубинах водной толщи в некоторых местах Охотского моря и Тихого океана. Отчетливо видно, что наивысшая концентрация микроорганизмов наблюдается в поверхностном слое, до 25—35 метров глубины, где сосредоточен растительный планктон. Эта зона названа нами (А. Е. Крисс и Е. А. Рукина²) первой зоной микробного максимума. Глубже, до 50—75 метров, наблюдается понижение плотности микроорганизмов, а затем новое повышение, которое может простираться до глубины 300—500 метров. Вторая зона микробного максимума охватывает слои воды с животным населением. Еще глубже — концентрация бактерий значительно падает и уже не изменяется до придонных слоев.

Такая картина вертикального распределения плотностей бактериального населения типична для глубоководных морей (кроме Черного моря) и океанов: она показывает, насколько бактериальная жизнь связана с растительной и животной жизнью водоемов. Продукты обмена растительных и животных организмов, разложившиеся водные растения и трупы животных служат прекрасной пищей для бактерий, которые активно размножаются в местах скопления этих органических веществ. На безбрежных просторах океанов

¹ В. С. Буткевич. О бактериальном населении Каспийского и Азовского морей. «Микробиология», 1938, т. VII, вып. 9—10, стр. 1005.

² А. Е. Крисс, Е. А. Рукина. Биомасса микроорганизмов и скорость размножения их в океанических глубинах. «Журнал общей биологии», 1952, № 5.

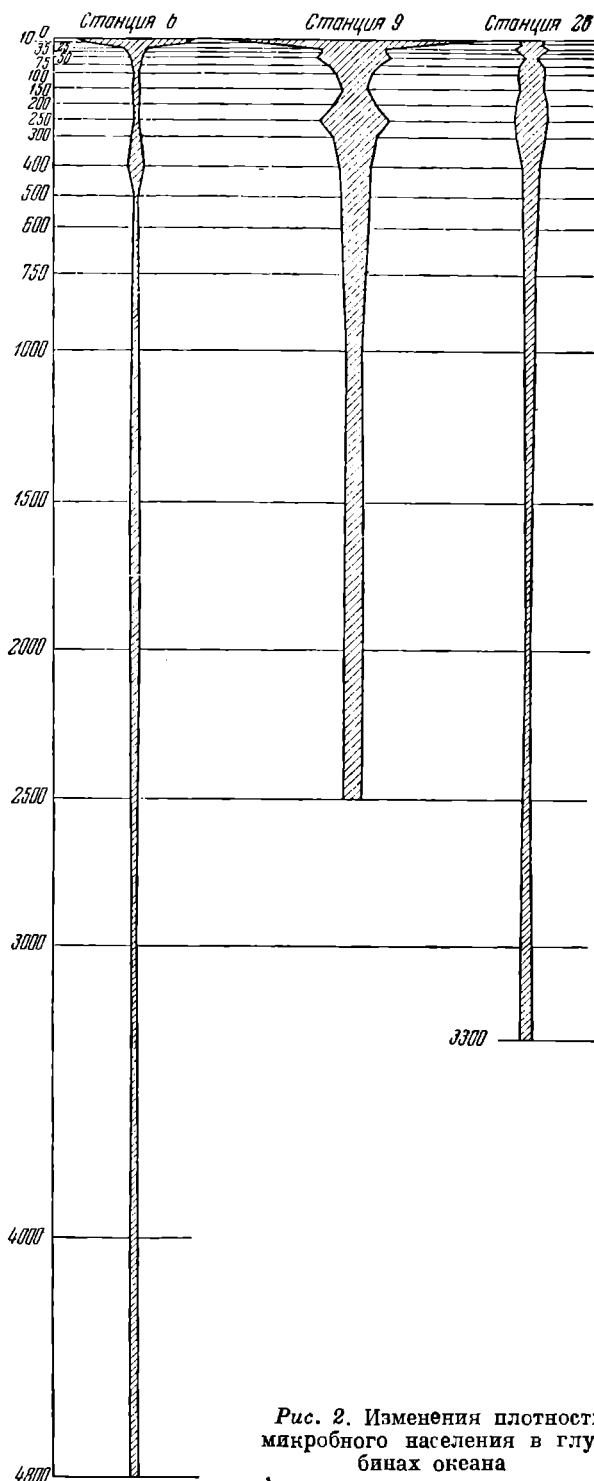


Рис. 2. Изменения плотности микробного населения в глубинах океана

особенно выделяются по богатству микроорганизмов стыки теплых и холодных течений. Здесь происходит относительная концентрация органического материала и, как следствие, расцвет бактериальной жизни.

Аналогичное явление можно наблюдать летом в тех водоемах, где образуется хорошо выраженный слой так называемого «температурного скачка». В этом слое, находящемся между верхними слоями, сильно прогретыми солнцем, и нижними, с невысокими температурами, число бактерий особенно велико вследствие накопления живых и мертвых организмов. На рисунке 3, на котором буквами А и Б обозначены фигуры вертикального распределения плотности бактериального населения в одном и том же месте Черного моря в июне (А) и феврале (Б), можно видеть, что летом максимальная концентрация бактерий соответствует слою в 25—75 метров, т. е. слою температурного скачка и несколько ниже его. Это отражает максимальные концентрации здесь усвояемого органического вещества. Зимой слой температурного скачка

отсутствует и бактериальная жизнь равномерно распределена в верхних слоях, соответственно распределению растительного и животного планктона.

Неразложившееся в водной массе органическое вещество попадает на дно и вместе с органическими соединениями, которые образуются в результате жизни и смерти донных организмов, становится достоянием огромной массы бактерий. Низкие температуры в толще воды и на дне не препятствуют микробам разрушать органическое вещество и размножаться.

Процессы распада органического вещества могут происходить и в отсутствие свободного кислорода, т. е. в условиях анаэробнозона, так как многие виды бактерий обладают способностью использовать для своей окислительной деятельности связанный кислород из различных его соединений. Ярким примером может служить сероводородная область Черного моря. Известно, что в этом море кислород находится лишь в верхних слоях воды — до глубины примерно 200 метров. Глубже 200 метров вся масса воды до дна (т. е. слои воды во много сотен метров толщиной) содержит сероводород, создающий условия анаэробнозона, пригодные лишь для существования микроорганизмов. Нижней границей развития растительной и животной жизни в Черном море является верхняя граница сероводорода. Таким образом, растения и животные сосредоточены в сравнительно небольшом, по сравнению с основной толщей воды Черного моря, двухсотметровом слое кислородной зоны этого моря.

Пользуясь специальной методикой, А. Е. Крисс, Е. А. Рукина и В. И. Бирюзова¹ проследили распространение трупов животных и растений в сероводородной области Черного моря. Выяснилось, что не все водные животные и растения успевают разложиться в верхних слоях. Они встречались еще в таком виде, что могли быть распознаны на глубинах 1000, 1500 и 2000 метров, где концентрация сероводорода значительна. Казалось бы, что сероводород оказывает консервирующее действие на трупы планктонных организмов, прекращая или затрудняя микробиологические процессы разложения мертвого органического материала.

¹ А. Е. Крисс, Е. А. Рукина и В. И. Бирюзова. Судьба мертвого органического вещества в Черном море, «Микробиология», 1951, т. XX, № 2, стр. 90.

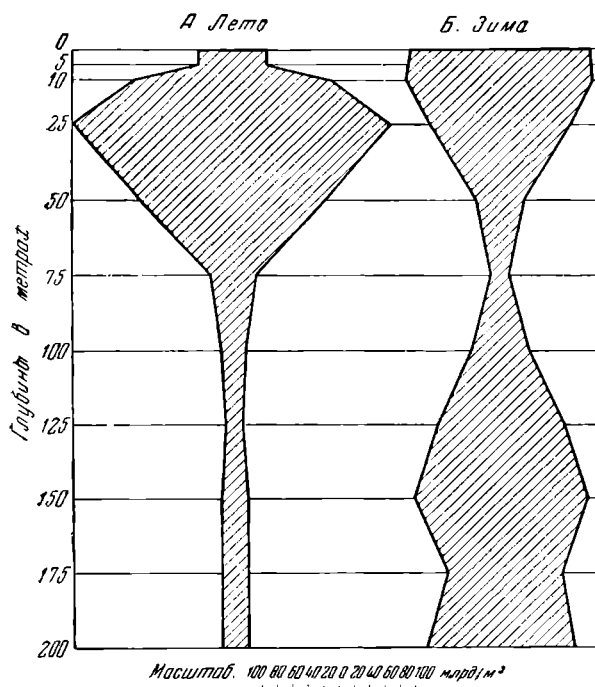


Рис. 3. Вертикальное распределение плотности бактериального населения в кислородной зоне Черного моря летом и зимой (станция в 30 милях от берега)

Однако сравнительные наблюдения, проведенные над грунтами сероводородной зоны Черного моря, показали, что на дне его активно протекает распад органического вещества. В поверхностном слое этих грунтов были обнаружены лишь скелеты диатомовых водорослей и других организмов и бесформенные частицы детрита¹; сохранившихся трупов планктонных организмов обнаружено не было.

Микробиологические процессы разложения мертвого органического материала в воде и грунтах служат одним из существенных факторов, влияющих на продуктивность растительной жизни в водоемах. Разрушая трупы водных растений и животных до конечных ступеней разложения органического вещества, микроорганизмы этим самым освобождают и вновь вводят в круговорот вещества, необходимые для жизнедеятельности растительности водоемов. Чем больше поступает в водоем доступного для усвоения микроорганизмов органического материала, тем активнее протекает в нем накопление неорганических соединений, используемых растениями, и вместе с ним — накопление массы микробных клеток.

На этом построена идея применения зеленых удобрений для повышения продуктивности небольших водоемов. Листья и другой растительный материал, вносимый в водоем, разлагаются микроорганизмами. Образующиеся продукты минерализации после их превращения микроорганизмами становятся пищей для водорослей, обеспечивая возможность увеличения этого звена «пищевой цепи», от которой зависит количество рыбной продукции. Зеленые удобрения создают не только возможность развития водной растительности, но и способствуют накоплению бактериальной массы в данном водоеме, так как микроорганизмы активно размножаются при наличии пищевого материала, доступного их жизнедеятельности. Возрастает, следовательно, и другое звено в питании водных животных.

Наблюдения Р. С. Головачевой² показывают, что после внесения в пруд ольховых

¹ Детрит — полуразложившиеся остатки животных и растений.

² Р. С. Головачева. Микробиологические наблюдения при удобрении прудов. Ученые записки Ленинградского государственного университета, № 145, серия биологических наук, 1952, вып. 31, стр. 114.

веников и снопиков иван-чая, общее число бактерий возросло с 150 тысяч в одном миллилитре до 3 миллионов, т. е. в 20 раз. Особенно увеличилась численность бактерий, разлагающих белковые вещества (в 800 раз), и микроорганизмов, разрушающих клетчатку (в 10 тысяч раз). Аналогичные результаты были получены А. Г. Родиной¹ при удобрении скошенной травой прудов-питомников для мальков рыб. Усиленное размножение бактерий наблюдалось не только в воде прудов, но и во вносимой траве. Бактериальная масса в ней доходила до 3,2 процента от веса самой травы.

Оба автора отмечают, что в зоне внесения зеленого удобрения и накопления массы микроорганизмов происходило большое скопление беспозвоночных организмов, а также мальков рыб, питающихся этими животными. Не исключена возможность, что мальки рыб могут питаться и непосредственно микроорганизмами.

Интересно отметить, что по данным М. М. Исаковой-Кео², рыбопродуктивность пруда, куда вносили зеленое удобрение, возросла в 10 раз по сравнению с максимальной продуктивностью предыдущих лет.

ОБРАЗОВАНИЕ МИКРООРГАНИЗМАМИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДОЕМАХ

Разложение мертвого органического вещества является лишь одним из источников бактериальной продукции в водоеме. Другим источником служат неорганические соединения и некоторые элементы, при окислении дающие микроорганизмам достаточно энергии для использования ими углерода всюду распространенной углекислоты.

Эта так называемая хемосинтетическая способность микроорганизмов, открытая С. Н. Виноградским, играет немаловажную роль в образовании органического вещества в водоеме. Наряду с фотосинтетической деятельностью водной растительности, хемосинтез микроорганизмов определяет первичную

¹ А. Г. Родин. Динамика бактериальной биомассы при использовании зеленого удобрения в рыбо-водных прудах. Доклады Академии наук СССР, 1952, т. LXXXIV, № 6, стр. 1251.

² М. М. Исакова-Кео. Зональный метод выращивания живых кормов и его значение для прудовых хозяйств и рыбоводных заводов. Вестник Ленинградского университета, 1950, № 8, стр. 152.

продукцию водоема, т. е. возникновение органического вещества в виде растительных и бактериальных организмов из неорганического вещества.

В водоемах есть несколько широко распространенных групп микроорганизмов, ассимилирующих углекислоту за счет энергии окисления неорганических соединений. Это — железобактерии, окисляющие закисные соединения железа в окисные, серные и тионовокислые микроорганизмы, окисляющие сероводород, молекулярную серу и некоторые ее неорганические соединения в сульфаты, метан- и водородокисляющие микроорганизмы, нитрифицирующие микроорганизмы, окисляющие аммиак в азотистую, а затем в азотную кислоты. В определенных условиях отдельные представители этих групп могут размножаться в огромных количествах, становясь основными производителями ор-

ганического вещества в водоеме и играя даже большую роль в этом процессе, чем водная растительность.

На рисунке 4, где графически изображены результаты подсчетов биомассы микроорганизмов на различных глубинах, произведенных М. Н. Лебедевой на глубоководной станции в центральной части Черного моря, можно видеть, что микробная биомасса, значительная в поверхностных слоях, заметно уменьшается к верхней границе сероводорода, соответствующей примерно глубине 150 метров, а затем вновь сильно возрастает в сероводородной зоне. Выяснилось, что на этой станции один кубический метр воды в сероводородной области содержит 48 миллиграммов микробных клеток, тогда как в одном кубометре воды кислородной зоны средняя биомасса микроорганизмов составляет 17 миллиграммов, а средняя биомасса фитопланктона, по данным Н. В. Морозовой-Водяницкой¹, — 59 миллиграммов.

Таким образом, биомасса микроорганизмов в сероводородной зоне превышает биомассу микроорганизмов в кислородной зоне и мало уступает биомассе фитопланктона. На этом же рисунке приведены кривая вертикального распределения органического вещества, вычерченная на основании химических анализов В. Г. Дацко², и кривая вертикального распределения численности микроорганизмов.

Сопоставление этих кривых показывает, что резкое уменьшение числа микроорганизмов в нижней части кислородной зоны и увеличение его в более глубоких слоях воды не может быть связано с вертикальным распределением органического вещества, содержание которого в воде Черного моря почти не изменяется по вертикали. Столь явное понижение концентрации микроорганизмов в нижних слоях кислородной зоны, где растительная и животная жизнь представлена уже слабо, связана с уменьшением усвояемого микроорганизмами органического вещества, изменением соотношения между усвояемым и неусвояемым органическим веществом в

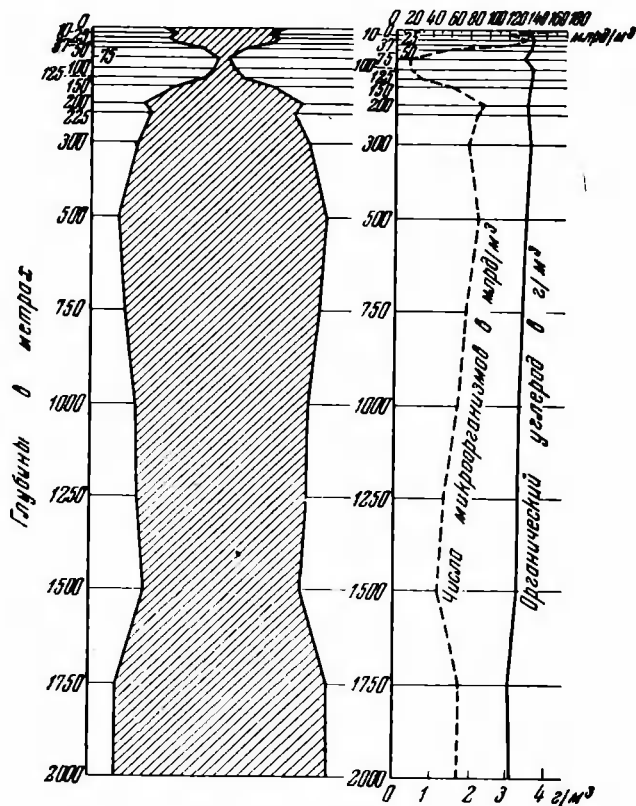


Рис. 4. Распределение биомассы микроорганизмов, их численности и органического вещества по глубинам в кислородной и сероводородной зонах Черного моря

¹ Н. В. Морозова-Водяницкая. Численность и биомасса фитопланктона в Черном море. Доклады Академии наук СССР, 1950, т. LXXIII, № 4, стр. 821.

² В. Г. Дацко. О вертикальном распределении органического вещества в Черном море. Доклады Академии наук СССР, 1951, т. LXXVII, № 6, стр. 1059.

пользу последнего. Но чем же тогда объяснить возрастание численности микроорганизмов в сероводородной области, в этой водной пустыне, заселенной только бактериями, где никаких источников усвояемого органического вещества нет?

Объяснение было найдено при изучении микробного населения сероводородной зоны Черного моря. Оказалось, что в этой зоне живут бактерии (рис. 5), ассимилирующие углекислоту за счет энергии окисления сероводорода и создающие, благодаря хемосинтетической способности, органическое вещество в виде своей протоплазмы. Биомасса этих микроорганизмов очень высока, и можно сказать (если подсчитать количество органического вещества, образующегося в кислородной зоне в виде водной растительности и в сероводородной зоне в виде бактериальных клеток), что в первичной продукции Черного моря микроорганизмы играют роль значительно большую, чем водоросли. После того как В. А. Водяницкий¹ показал, что существует обмен вод между кислородной и сероводородной зонами Черного моря, значение микробного хемосинтеза в продуктивности растительной и животной жизни в кислородной зоне моря становится очевидным.

В недавно опубликованной работе Г. Г. Винберг и Т. Н. Сивко² показано, что первичная продукция водоема может определяться также фотосинтетической деятельностью микроорганизмов. Известно, что так называемые зеленые бактерии содержат хлорофилл, и рост их осуществляется при помощи солнечной энергии и этого пигмента за счет углекислоты. Авторы наблюдали массовое развитие зеленых бактерий в лужах и прудах на полях фильтрации Минска (11 миллиардов бактерий в одном миллилитре воды). Около 1500 миллиграммов на литр органического вещества почти целиком состояло из биомассы этой зеленой бактерии, и авторы вполне справедливо подчеркивают значение столь резко выраженного явления фотосинтеза бактерий в образовании органического вещества в водоеме.

¹ В. А. Водяницкий. Основной водообмен и история формирования солёности Черного моря. Труды Севастопольской биологической станции, имени А. О. Ковалевского, 1948, т. VI, стр. 386.

² Г. Г. Винберг, Т. Н. Сивко. Некоторые наблюдения над «зеленой бактерией», «Микробиология» 1952, № 2, стр. 139.

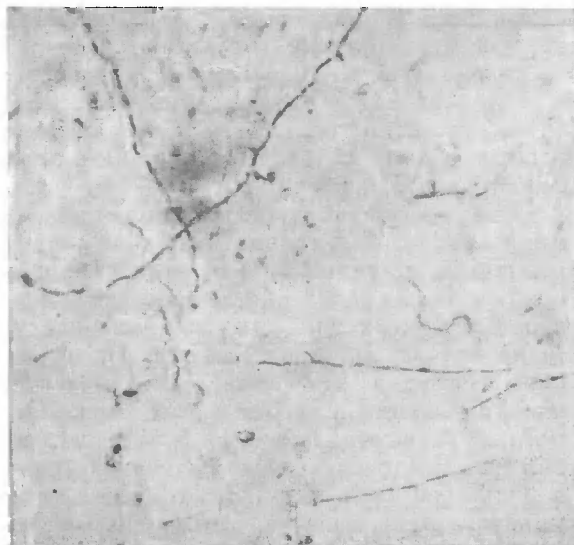


Рис. 5. Нитевидные микроорганизмы из сероводородной зоны Черного моря

До сих пор мы говорили о способности микроорганизмов обогащать водоем органическим веществом путем ассимиляции углекислоты, но нужно указать еще и на другую немаловажную способность бактерий обогащать водоем азотистыми веществами вследствие поглощения газообразного азота и превращения его в азотистые соединения своей протоплазмы.

Микроорганизмы, связывающие свободный азот, распространены в водоемах с развитой растительностью. Особенно много их находят на поверхности водорослей и других водных растений. А. Г. Родина обнаружила на каменистом берегу озера Байкала, в зоне развития водорослей, от 5600 до 590 000 клеток азотобактера на площади в один квадратный сантиметр. Многие исследователи считают, что между водными растениями и азотобактером существует взаимосвязь: растения поставляют азотобактеру углеводистую пищу, а азотобактер растениям — азотистую. Специальные опыты, произведенные К. В. Горбуновым¹ с водным растением ряской, показали, что если лишить ряску азотистого питания и ввести в ее культуру азотфиксирующие бактерии, то азотобактер

¹ К. В. Горбунов. Целлюлозные бактерии как звено в пищевой цепи пресных водоемов. «Микробиология», 1946, т. XV, стр. 149.

своей деятельностью может в значительной мере компенсировать отсутствие азотистых соединений в питательном растворе для ряски, и последняя в этом случае будет размножаться значительно больше, чем та же ряска в сосуде, куда не вводились клетки азотфиксирующей бактерии.

Для своего существования и размножения микроорганизмы находят в водоемах самые различные источники пищи, и за немногими исключениями (бактерии, вызывающие заболевание водных животных и растений) деятельность их полезна. Более того, она необходима для процессов биологического продуцирования в водоеме: если бы не было микроорганизмов, живущих в водоеме, водная растительность вынуждена была бы довольствоваться лишь теми количествами минеральных веществ, необходимых для ее питания, которые поступают с суши, а водные животные лишились бы одного из пищевых ресурсов — микробных клеток.

ЧИСЛЕННОСТЬ И БИОМАССА МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДОЕМАХ

Среди живых существ, населяющих водоемы, бактерии — одни из самых мелких. Л. К. Осницкая, Е. А. Рукина, В. И. Бирюзова, А. И. Жукова и М. Н. Лебедева произвели измерения бактериальных клеток, живущих в воде и на дне Северного Каспия, Черного и Охотского морей и Тихого океана. Определялась величина бактерий, непосредственно извлеченных из воды или ила. Были проведены измерения свыше 1500 бактериальных клеток, встречающихся в морях на различных расстояниях от суши и глубинах. Выяснилось, что в зависимости от богатства пищевого материала колеблется не только численность бактерий, но и средние размеры бактериальной клетки. Наиболее крупными оказались клетки в иле Северного Каспия, наиболее мелкими — на океанических глубинах.

Средний объем бактериальной клетки из водоемов колеблется в пределах 0,1—1,2 кубического микрона. Несмотря на то, что эти величины крайне малы, в водоемах, благодаря большому числу бактерий, создается колоссальная поверхность соприкосновения их с окружающей средой, где проявляется высокая биохимическая активность бактериальных клеток.

В результате исследований советских ученых установлено, что концентрация бактерий в одном кубическом сантиметре воды колеблется в пределах от 10 до 11 миллиардов клеток, в зависимости от количества веществ, используемых ими для поддержания своего существования. Особенно много пищи в виде органического вещества они находят на городских полях фильтрации, куда поступают сточные воды. Бактерии разлагают эти отбросы города до минеральных соединений, размножаясь в огромных количествах: биомасса их в одном кубометре воды достигает нескольких сотен граммов и даже килограммов.

В реках и озерах минимальное содержание бактерий, обнаруженных в воде, составляет десятки тысяч в одном миллилитре, чаще всего — сотни тысяч, а максимальное — до 12 миллионов.

Мало отличаются от озер по плотности бактериального населения прибрежные районы морей; с удалением от берега в глубоководных внутриматериковых морях, как в Черном море, число бактерий может снизиться до нескольких тысяч в одном миллилитре воды. Наибольшее число бактерий, определенное до настоящего времени в морских водоемах, — 2—2,5 миллиона на один кубический сантиметр воды; такие концентрации выявлены В. С. Буткевичем и Л. К. Осницкой в Северном Каспии.

В океанических глубинах мы не встретили стерильной воды; даже на глубинах в несколько тысяч метров в каждом миллилитре воды были найдены бактерии. Обычно в глубоких слоях океанической толщи на один миллилитр воды приходилось 10—100 бактерий, а ближе к поверхности число их равнялось нескольким сотням и тысячам.

По сравнению с водной массой плотность микробного населения в поверхностных слоях грунта водоемов огромна. Среди опубликованных данных о числе бактерий в илах разных водоемов не встречается цифры ниже миллиона на один грамм сырого ила. Для озер самая малая концентрация бактерий до сих пор определена в 250 миллионов на грамм сырого ила, а самая большая — в 3 миллиарда. В приматериковых (шельфовых) и внутриматериковых мелководных морях среднее содержание микроорганизмов в грунтах на поверхности дна не меньше, чем в озерах. Наибольшее число бактерий, свыше

10 миллиардов в одном грамме ила, было обнаружено Б. Л. Исаченко¹ в проливе Вилькицкого в море Лаптевых.

Не только в мелководных, но и в глубоководных морях, на глубинах в несколько тысяч метров, поверхность дна заселена значительной массой бактерий. Нами установлено, что и на дне черноморской впадины, под слоем воды толщиной в 2 000 метров, зараженной сероводородом, в одном грамме ила живут сотни миллионов бактерий за счет падающего сверху «дождя трупов» и других источников существования. На дне океанических областей с бедной фауной микробное население определяется в десятки и сотни миллионов на один грамм поверхностного слоя ила.

Приведенные данные о числе бактерий в воде и илах еще не дают полного представления о значении микроорганизмов в водоемах. Нужно учесть еще исключительно большую скорость размножения бактерий, в результате которой новые массы бактериальных клеток воспроизводятся в короткое время. Первые данные, которые нам удалось получить при помощи разработанного метода определения темпов воспроизведения бактерий непосредственно в естественной обстановке, относятся к Тихому океану. Оказалось, что средняя скорость размножения бактерий (время, которое требуется для деления одной клетки) в верхнем тысячеметровом слое воды составляет 8 часов, т. е. за сутки бактериальная продукция будет превышать почти в три раза исходное число бактерий. Мы подсчитали, что при среднем содержании в одном кубическом метре океанической воды биомассы бактерий в 0,1 миллиграмма за год из этой биомассы образуется 100 миллиграммов бактериальной массы.

Естественно, что во внутриматериковых водоемах, пресных и соленых, а также в шельфовых морях, условия для существования микроорганизмов более благоприятны, чем в океане, и потому скорость размножения в них бактерий, вероятно, выше. Но если даже распространить и на другие водоемы вычисленный нами для океана суточный коэффициент P/V (коэффициент, выражающий отношение продукции к биомассе, ши-

роко введенный в гидробиологическую практику Л. А. Зенкевичем)¹, то для характеристики суточной продукции бактерий в них нужно весовые количества бактерий увеличить почти в три раза.

Даже по этим преуменьшенным данным легко себе представить, каковы масштабы деятельности микроорганизмов, так как известно, что они для построения своего тела используют энергию полного разложения органического материала, в три раза превышающего вес их тела. Работа всей массы бактерий по разложению органического вещества в данном водоеме будет выражаться за сутки величинами, показывающими исключительно важную роль бактерий в снабжении водной растительности необходимыми для ее питания азотными и фосфорными веществами за счет разложения органического вещества, поступающего в водоем или имеющегося в нем. Микроорганизмы обеспечивают не только минеральное питание для развития водных растений; известна также их способность к синтезу витаминов и других биокатализаторов. Но эта деятельность микроорганизмов, очень важная для продуктивности водоемов, еще не получила количественной оценки.

Характер взаимоотношений между микроорганизмами и водной растительностью, таким образом, сводится в основном к следующему. Прижизненные выделения водных растений и мертвые тела их служат источником пищи микроорганизмов; в процессе своей жизнедеятельности микроорганизмы восстанавливают заключенные в этих органических веществах биогенные элементы, необходимые для питания водной растительности. Так как микроорганизмы для удовлетворения своих энергетических потребностей разлагают значительно большее количество органического вещества, чем им нужно для построения тела, то на накопление бактериальной массы идет лишь часть так называемых органо-генов²; основное количество этих продуктов минерализации мертвого органического материала используется для воспроизведения растительной массы в водоеме. Концентрация

¹ Л. А. Зенкевич. Фауна и биологическая продуктивность моря, Изд-во «Советская наука», т. II, 1947; т. I, 1951.

² Органоген — один из основных элементов, входящих в состав органического вещества: водород, кислород, углерод, азот, фосфор, железо, сера и другие.

¹ Б. Л. Исаченко. Микробиологическая характеристика грунтов и воды Карского моря. Труды Всесоюзного арктического института, 1937, т. 82, стр. 7.

микроорганизмов в воде и в иле может служить показателем интенсивности процессов минерализации органического вещества в водоеме, а в известной степени и критерием в оценке растительной продукции его.

Способствуя развитию водной растительности, микроорганизмы тем самым косвенно определяют количество растительной пищи водных животных. Однако в «пищевых цепях» водоема они играют и другую немаловажную роль: получены доказательства того, что живущие в водоеме микроорганизмы служат непосредственно пищевым материалом для многих представителей животного населения водоема.

ПИЩЕВОЕ ЗНАЧЕНИЕ МИКРООРГАНИЗМОВ В ВОДОЕМАХ

Исследованиями советских ученых Н. С. Гаевской, К. В. Горбунова и особенно А. Г. Родиной установлено, что помимо простейших животных — амёб и инфузорий — микроорганизмы могут служить пищей различным ракообразным, личинкам комаров, тенципедидов, моллюскам, олигохетам и нематодам. В опытах, когда исключалась всякая другая пища, кроме микроорганизмов, все эти животные не только нормально развивались, но и приносили потомство. Выяснилось, однако, что не все виды микроорганизмов представляют одинаковую пищевую ценность для водных животных, содержащихся на исключительно бактериальном питании. В лабораторных опытах, например, некоторые дрожжи и азотобактер оказались наиболее питательными; обнаружены, однако, и бактерии, продукты жизнедеятельности которых оказались токсичными. Виды дрожжевых организмов, успешно используемые водными животными в качестве пищевого материала, широко распространены в водоемах. Они встречаются в воде и илах озер, на поверхности водной растительности, в обрастаниях камней. Доказано их существование в морях и океанах как в поверхностных слоях, так и на глубинах, превышающих сотни и тысячи метров.

Интересные наблюдения были проведены К. В. Горбуновым¹. Он установил, что вод-

ная растительность, образующая огромные заросли в дельте Волги, после отмирания сплошь пронизана бактериями, живущими и размножающимися за счет разложения клетчатки этой растительности. Выяснилось также, что скопления клетчаточных бактерий сопровождается скоплением целого ряда животных и среди них — личинки хирономид. Предполагая, что это не случайное явление, К. В. Горбунов поставил опыт, который отчетливо показал, что личинки хирономид питаются клетчаточными бактериями и полуразложившимися волокнами клетчатки.

Нужно отметить, что лабораторные опыты по кормлению водных животных микроорганизмами лишь приблизительно отражают пищевые отношения между этими группами организмов. В естественных условиях — в воде и иле — животные имеют и другие источники питания, кроме микроорганизмов; в лабораторных же опытах экспериментатор ставит жесткую дилемму: голодная смерть или бактериальная пища. Последняя обычно дается в виде суспензии¹ культуры, выращенной на той или иной питательной среде, и поэтому содержит продукты разложения веществ этой среды, которые могут оказаться ядовитыми для животных.

Непосредственное влияние на результаты кормления водных животных микроорганизмами в лабораторных опытах оказывала концентрация их. Слишком большие количества высокопитательных микробных видов и, наоборот, низкое содержание их в воде сосуда с животными приводили к отрицательному эффекту.

Значение лабораторных опытов в том, что они доказали возможность использования водными животными микробных клеток в качестве пищи и способность выбирать среди них определенные виды.

Так, К. В. Горбунов устроил в круглом аквариуме «дворики». В них помещались азотобактер, клетчаточные и гниlostные бактерии. Оказалось, что пять видов животных, взятых для опыта, вели себя неодинаково по отношению к предложенным им «сортам» бактериальной пищи. Часть их устремилась в отделение с азотобактером, другие предпочли клетчаточные бактерии, третьи распределились почти равномерно в «двориках»

¹ К. В. Горбунов. Распространение *Azotobacter chroococcum* в водоемах и почвах дельты Волги и его значение как фактора продуктивности. «Микробиология», 1951, т. XX, вып. 3, стр. 231.

¹ Суспензия, взвесь — частицы, находящиеся в жидкости во взвешенном состоянии.

с клетчаточными бактериями, гнилостными и азотобактером.

Питаются ли другие водные животные, кроме простейших, микроорганизмами в естественных условиях, — до последнего времени не было доказано. Было лишь известно, что планктонные животные и животные, живущие на дне водоема, заглатывают вместе с водой и илом бактерии, которые можно затем обнаружить в пищеварительном тракте этих животных. В кишечнике байкальских моллюсков А. Г. Родина¹ наблюдала те же формы бактерий и дрожжей, которые встречались на камнях и обрастаниях, служивших пищей этим моллюскам. Окрашенные в красный цвет серобактерии, образовавшие скопления на листьях телореза, были также найдены в кишечнике моллюсков, ими питавшихся.

Однако нахождение в пищеварительном тракте водных животных микроорганизмов, заглатываемых с водой, илом, растительным материалом или детритом, еще не позволяло сделать заключения, что эти микроорганизмы поедаются водными животными.

Для того чтобы решить вопрос, питаются ли микроорганизмами водные животные в естественной обстановке, в водоемах, А. И. Жукова провела исследования, которые показали, что многие микроорганизмы, живущие в иле, заглатываются нереисом (червем, переселенным в Каспийское море и там размножившимся) с илом, и используются этим червем как пищевой материал. На пути от переднего отдела пищеварительного тракта к среднему нередко наполовину уменьшается общее количество микроорганизмов, падает число скоплений их, меньше становится нитевидных микробов. Не использованные в пищу бактерии размножаются в заднем отделе нереиса, куда поступают остатки органического материала, не переваренные червем. На основании полученных данных легко вычислить суточный рацион бактериальной пищи нереиса, если знать, какое количество ила проходит в течение суток через кишечник червя.

¹ А. Г. Родина. О роли отдельных групп бактерий в продуктивности водоемов. Труды совещаний ЗИН АН СССР, вып. 1, 1951, стр. 23.

В свете изложенного становится очевидной непосредственная роль микроорганизмов в образовании «пищевой цепи»: бактерии — нереис — рыбы. Дальнейшие исследования в этой области позволят установить и другие «пищевые цепи», первичным звеном которых являются микроорганизмы.

Выяснение пищевых отношений между водными животными и микроорганизмами дают возможность использовать на практике эти отношения в интересах рыборазведения. Так, например, А. С. Константинов¹ предложил выкармливать личинки хирономид, служащие пищей для молоди осетровых рыб, на дрожжах *Monilia turmanica* — побочном продукте гидролизных заводов. Н. С. Константиновой удалось вырастить почвенные многощетинковые черви, олигохеты, которыми питается осетровая молодь, на кормовых дрожжах. Автор указывает, что молодь осетра предпочитала червей, выращенных на кормовых дрожжах, червям, выращенным на картофеле.

Аспиранты А. И. Жукова и М. И. Новожилова установили, что гидролизатные дрожжи и розовые и белые дрожжи, выделенные из Черного моря и Тихого океана, служат прекрасной пищей для червя нереиса. В опытах М. И. Новожиловой нереис, питаясь только этими дрожжами, за 14 дней увеличил вес в два — пять раз.

Все это показывает, насколько перспективна идея использования микроорганизмов в качестве пищи для выращивания живого корма рыбам в рыбоводных хозяйствах.

Гидробиологическое направление в водной микробиологии только начинает развиваться. Но уже начальные шаги показывают, насколько важны микробиологические исследования для понимания процессов продуктивности водоемов и овладения ими.

Биологическая продуктивность водоемов — центральная проблема современной гидробиологии. Необходимо более широкое участие микробиологов в разработке этой проблемы, имеющей огромное значение для рыбного хозяйства.

¹ А. С. Константинов. Полупроизводственное разведение личинок хирономид. «Рыбное хозяйство». 1952, № 1, стр. 31.

СЪЕЗДЫ И КОНФЕРЕНЦИИ

БОРЬБА С ГРЯЗЕ-КАМЕННЫМИ ПОТОКАМИ

(К ИТОГАМ III ВСЕСОЮЗНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ ПО ИЗУЧЕНИЮ СЕЛЕЙ)

В. Е. Иогансон



В горных местностях, особенно с жарким и сухим климатом и скудной растительностью, где происходит интенсивное выветривание горных пород, за длительный сухой сезон года накапливается много рыхлых отложений, легко размываемых внезапными, короткими, но сильными ливнями. Потоки воды, не впитываясь в каменистый грунт и не задерживаясь растительностью, мчатся с гор в ущелья и долины, увлекая обломки пород, песок и камни, образуя грязе-каменный вал, со страшным шумом вырывающийся к подножью гор, погребая под собой сады и поля.

Такие стремительные и бурные горные потоки, несущие много твердого материала — глины, песку, щебня, камней, а иногда и громадные каменные глыбы, называются селями, или селевыми потоками. Это — грозная стихийная сила природы, сокрушающая все на своем пути.

Сели особенно опасны тем, что возникают внезапно, неожиданно, и хотя длятся они только несколько часов, а иногда и минут, их последствия приходится ликвидировать в течение нескольких месяцев, а иногда и лет.

Селевые потоки известны с давних времен. Они повторяются и в наши дни. Так, например, в 1921 году селевой поток обрушился на город Алма-Ата, причинив разрушения и навалив миллионы тонн камня. Нагромождения камней были затем использованы при строительстве в городе. В 1946 году сель ворвался в город Ереван, произвел разрушения в некоторых кварталах и завалил валунами многие улицы.

Советские ученые объявили борьбу этим грозным явлениям природы и много лет работают над изучением условий возникновения и движения селей, вырабатывают меры борьбы с ними.

В Академии наук СССР с 1947 года существует комиссия по изучению селевых потоков, возглавляемая членом-корреспондентом Академии наук СССР М. А. Великановым. Она объединяет и направляет научно-исследовательскую работу по селям. По инициативе комиссии проведено три Всесоюзных конференции.

В работе третьей конференции, состоявшейся в октябре 1952 года в Тбилиси, приняли участие представители Академий наук СССР, академий наук Грузинской, Армянской, Азербайджанской, Узбекской союзных республик, сотрудники учреждений Гидрометеорологической службы, Гидропроекта, Союздорпроекта, Грузинского научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации, Министерства железнодорожного транспорта и других ведомств.

Открывая конференцию, член-корреспондент Академии наук СССР М. А. Великанов осветил состояние вопроса изучения селей и подчеркнул важность этого вопроса в связи с сооружением великих строек коммунизма и осуществлением директив XIX съезда Коммунистической партии Советского Союза по пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы.

Большое значение имеет защита от селей крупных городов союзных республик, оросительных систем и дорог в Закавказье и

Средней Азии, а также и в других, подверженных селям, районах страны. Проектные и производственные организации требуют от научно-исследовательских учреждений решения вопросов образования и движения селей для выработки мер борьбы с ними.

Очень важна разработка методики прогноза селей. Предсказав селя, хотя бы даже за несколько часов, можно спасти жизнь многих людей и уменьшить причиняемый ущерб.

С селевыми потоками нужно бороться не только устраивая защитные сооружения в селевых руслах, но предотвращая мелиоративными мерами возникновение новых селевых очагов. Такая задача по плечу только советскому социалистическому государству. В капиталистическом мире, с его частной собственностью на землю и хищническим ведением сельского и лесного хозяйства, невозможно ликвидировать очаги зарождения селей.

Дружная работа советских ученых и строителей поможет познать законы формирования и движения селей и выработать активные меры борьбы с ними, обуздать эти грозные явления.

Третья Всесоюзная конференция заслушала и обсудила 20 докладов по общим проблемам селей, динамике селевого потока, географическому распространению селей, полевым методом изучения селей, почвенно-эрозионным явлениям в бассейнах, прогнозам лаводков на горных реках, проекту создания кадастра селеопасных районов и по борьбе с селями.

М. С. Гогошидзе дал обзор работ дореволюционных и советских ученых в этой области. Он отметил что в Грузии распространен особый тип селей, представляющий собою густогрязе-каменный поток с малым содержанием воды, движущиеся независимо от направления русла, не подчиняясь законам движения жидкого потока. При остановке он как бы застывает, не распадаясь на составные части. Подобные сели зарождаются большей частью в высокогорной зоне, лишенной растительности. Быстро опускаясь с высоты 2000—3000 метров, селевой поток приобретает громадную разрушительную силу.

Доклад М. А. Мосткова был посвящен установлению объективных характеристик потоков с различным содержанием наносов,

которые помогут дальнейшей разработке теории движения селевого потока и моделирования селевых потоков в лаборатории.

К. Р. Бергшвили изложил результаты исследований в селеопасном бассейне реки Дуруджи, притока реки Алазани. Изучение грязе-каменных потоков затрудняется их эпизодическим прохождением, почти полным отсутствием приборов для производства гидрометрических работ и опасностью, с которой эти работы связаны. Детальное геоморфологическое исследование областей формирования и движения селей позволит установить их генезис, а частично и характер их движения.

Ряд докладов был посвящен географическому распространению селей. Т. З. Кикилашвили осветила селевые явления правобережья реки Алазани в Грузии, связанные с работами по орошению прилегающих районов.

А. И. Зак сообщил о селях в бассейне реки Дуруджи, наиболее селеопасного притока Алазани. Катастрофические селевые потоки на реке Дурудже наблюдались в 1889, 1906 и в другие годы после выпадения осадков в горах.

Для борьбы с селями автор рекомендует фитомелиоративные меры в поясе альпийских лугов и в лесном поясе в местах разреженного древостоя. Посадка деревьев, кустов и посев многолетних трав при ограничении вырубki леса и выпаса скота укрепляет склоны. В русле реки необходимо укрепление берега в местах, подвергающихся размыву.

С. Г. Рустамов осветил вопрос о географическом распространении селей в Азербайджане. Докладчик отмечает что северо-восточный склон Большого Кавказа теперь также становится селеопасным районом, так как там накопился в большом количестве рыхлый материал выветривания горных пород. Поэтому необходимо выработать меры борьбы с селевыми потоками, причиняющими большой ущерб хозяйству предгорных районов.

Е. К. Рабкова доложила о результатах исследования селей Наманганской области Узбекской ССР. Северная часть Ферганской долины типична для предгорных селевых районов Узбекистана.

Основной вред селевые потоки причиняют оросительным каналам, которые не имеют водопропускных сооружений в мес-

тах пересечения с саями¹ и поэтому являются приемниками для селевых выносов. Сели прорывают дамбы вдоль каналов, нарушая поливы и засоряя культурные площади.

В результате полевых исследований получены данные, которые использованы для расчета русел, отводящих селевые потоки от оросительных каналов.

Динамика селевого потока исследовалась в лаборатории на модели участка сая. Получены формулы для расчета так называемой критической скорости, при которой начинается массовое движение наносов в потоке. Оказалось, что критические скорости в саях значительно меньше, чем в реках.

Борьба с селевыми потоками возможна путем регулирования жидкого и твердого стока саев. Рекомендуются устраивать русла для отвода селевого потока в заранее намеченный водоприемник, плотины в русле саев для задержания донных наносов и регулирования стока воды, водопропускные устройства в местах пересечения саев с оросительными каналами.

Ряд докладов был посвящен роли эрозии и растительности в селеобразовании. К. А. Алекперов осветил работы по изучению эрозии почв в Азербайджане, которые ведутся в связи с планом преобразования природы республики.

О новом полевом методе изучения селевых потоков сообщил С. П. Кавецкий.

В Казахском научно-исследовательском гидрометеорологическом институте искусственно воспроизводили сели в русле небольшого горного потока, в котором устроили водохранилище с затвором мгновенного действия для создания искусственного паводка. Движение потока было зафиксировано на кинолентку. При дальнейшей разработке методики измерений искусственный селъ является весьма эффективным способом изучения динамики селей и разработки мер борьбы с ними при сравнительно небольших затратах средств.

В Грузинском научно-исследовательском институте гидротехники и мелиорации, как сообщил А. Г. Караев, разработан автоматический прибор для записи уровней селевых потоков и отбора проб селевой массы.

Е. М. Козик на примере исследования

¹ Саями называют русла, заполняемые временным стоком весенних или ливневых вод.

аэросиноптических условий образования паводков на реках Средней Азии осветил важный раздел исследований, связанный с прогнозом селей. В Ташкентской научно-исследовательской обсерватории изучались зависимости между аэрологическими характеристиками воздушных масс и величинами паводков, что дает возможность прогноза паводков на горных реках за 1—2 суток до их наступления.

Для удобства сравнения паводков на различных реках использовались условные характеристики — индексы, определявшиеся по наибольшему из наблюдавшихся суточных приростов расходов воды в данной реке. Проверка показала, что примерно 80 процентов прогнозов среднесуточных расходов воды на пиках паводков оправдывалось. Паводки удавалось предсказать в среднем за один-два дня. Затем сопоставили случаи прорыва юго-западных циклонов с прохождением селей по районам Узбекистана и Таджикистана. Результаты работы автор иллюстрировал на примере прогнозов паводков реки Чирчик.

Развернувшиеся работы по преобразованию природы, строительство крупных гидротехнических и многих других сооружений в горных и предгорных районах требуют научного анализа и систематизации накопленных материалов по селеопасным районам СССР для осуществления мер борьбы с возникновением селей и защиты от них населенных пунктов и других объектов. В. Е. Иогансон в докладе «Проект кадастра селеопасных районов СССР» осветила предполагаемое содержание этого труда. Кадастр предположительно составить для селеопасных районов Кавказа, Средней Азии, Крыма и некоторых других районов.

Значительное внимание конференция уделила обсуждению мер защиты от селей городов, дорог и мостов.

И. В. Егиазаров на примере борьбы с водокаменными селевыми паводками реки Гедар рассказал о комплексном решении этой проблемы.

Небольшая речка Гедар пересекает почти весь Ереван. Приток Гедара — Джервеж, русло которого большую часть года сухо, пересекает южную часть города. Крутизна склонов ущелий и большие уклоны приводят к тому, что при выпадении ливней по ним несутся бурные разрушительные потоки.

Селевой поток прошел по Гедару 25 мая 1946 года в результате двухчасового ливня, Водно-энергетический институт Академии наук Армянской ССР провел комплексную экспедицию по изучению селевого потока 1946 года. На основе этих исследований было осуществлено лабораторное моделирование этого селя, которое помогло проектированию противоселевых мер в Ереване. Внутри города русло Гедара выправляется и частью канализуется. Кроме того, в ряде пунктов на реке Гедар должны быть устроены так называемые камнеудерживающие площадки, которые представляют собой расширение русла; поток по ним растекается, скорости его уменьшаются, и часть крупных камней оседает.

Кроме устройства камнеудерживающих площадок, для улучшения пропуска водоканальных селей по руслу Гедара необходимо произвести перестройку некоторых мостов, создающих подпор в русле.

Основной мерой борьбы с зарождением селей докладчик считает широкую фитомелиорацию бассейна — облесение, насаждение садов, орошение земель для разведения сельскохозяйственных культур.

И. И. Херхеулидзе осветил физико-географические условия селеопасного района, пересекаемого трассой дороги и условия формирования здесь паводков и селевых потоков.

О противоселевых сооружениях для защиты мостовых переходов сообщил С. М. Флейшман. Докладчик предлагает устраивать на пути движения потока препятствия в виде поперечных дамб.

Регулированию режима селей посвятил свой доклад В. Ш. Цомая. Он предложил для борьбы с возникновением селей устраивать в бассейне систему водохранилищ. Поток оставляет в водохранилищах значительную часть наносов. Объем паводка уменьшается вниз по реке. Такая система мер защитит различные народнохозяйственные объекты от селей и позволит использовать паводочные воды для сельскохозяйственных целей.

Г. Д. Рождественский сообщил о ро-

ли снежных лавин в селеобразовании. По мнению докладчика, следует предусматривать устройство снегоудержательных стенок и другие способы защиты селевых логов от обрушения в них снежных масс.

На конференции развернулась дискуссия по вопросам классификации селей, селевого кадастра, прогноза селевых явлений и противоселевых мер.

Конференция пришла к выводу, что в природе существуют две качественно различные категории селевых потоков: текущие (турбулентные) и связанные (структурные). Текущий селевой поток движется по руслу, подчиняясь законам динамики жидкости, и обладает значительной разрушительной силой.

Когда же содержание наносов в потоке велико и отношение между жидкой и твердой частью превышает некоторый предел, образуется так называемый связный селевой поток, который может двигаться вне зависимости от русла и не подчиняется законам динамики жидкости. Разрушительная сила связанного потока проявляется в основном в пределах ширины движущейся массы. При остановке селевая масса как бы застывает, не распадаясь на составные части.

Конференция признала необходимым развернуть работу по составлению кадастра селеопасных районов СССР, предварительно поставив на широкое обсуждение проект этого труда.

В разработке противоселевых мер научно-исследовательскими и проектными учреждениями получены первые результаты, но вместе с тем еще недостаточно проводится проектирование и осуществление мероприятий по защите важных народнохозяйственных объектов.

Конференция признала необходимым дальнейшее развертывание работ по селевой проблеме, создание с этой целью специального научно-исследовательского учреждения в системе Академии наук СССР и включение в план институтов географии и геологии академий наук союзных республик тематики по селям.



ИЗ ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ

«ТЕЛЕФОТОГРАФ» — ПРЕДШЕСТВЕННИК ТЕЛЕВИЗОРА

Г. И. Бялик



С незапамятных времен человек мечтал о дальновидении. Лучшим свидетельством этого являются произведения устного народного творчества. Волшебные зеркала, перстни и наливные яблоки, в которых можно было рассматривать события, удаленные от наблюдателя: за тридевять земель, — вот прообразы «приборов», проходившие через сказки всех времен.

Телевизионное радиовещание — наиболее распространенная и общепризнанная область применения телевидения. Однако возможности телевидения не исчерпываются вещанием. В последние годы телевидение начинает все шире внедряться в практическую деятельность: в промышленное производство, в практику эксплуатации гидротехнических и иных сооружений, в область геологического исследования недр земли, в практику научных лабораторий и преподавания.

Телевизионный аппарат, установленный под водой, подчас заменяет тяжелый труд водолаза, позволяет непрерывно контролировать состояние плотины или следить за процессом вращения гидротурбины. Ряд физико-химических производственных процессов, опасных для здоровья людей, может контролироваться наблюдателями экранов телевизионных установок, расположенных вне опасной зоны. Телевизионный аппарат, установленный в операционной, позволяет наблюдать за ходом сложной операции многочисленным студентам и врачам, находящимся за пределами хирургической комнаты.

В настоящее время трудно предсказать

все возможности дальнейшего расширения областей применения телевидения. Несомненно одно — по мере усовершенствования телевизионной техники телевидение будет все больше использоваться не только для целей вещания, но и в научной и практической деятельности.

История телевидения как отрасли науки, занимающейся передачей сообщений на расстояние при помощи преобразования энергии, начинается с тридцатых годов XIX столетия, когда русский ученый Павел Львович Шиллинг изобрел и осуществил первый практически пригодный электромагнитный телеграф. В 1832 году телеграф Шиллинга работал в Петербурге между Зимним дворцом и зданием Министерства путей сообщения.

Телеграф Шиллинга положил начало электрической связи, и со времени его осуществления начинают появляться различные проекты устройств для передачи изображений. На первом этапе техника телевидения развивалась сначала только в направлении фототелеграфа и — передачи изображений, предварительно нарисованных на бумаге или на специальном слое.

В России издавна наблюдался большой интерес к фототелеграфной связи. Так, в шестидесятых годах XIX века, когда намечалась тенденция к развитию сношений с Китаем, было решено организовать линию фототелеграфа для связи с Дальним Востоком. Идея передачи китайских факсимиле по быстродействующим линиям электрической связи казалась весьма заманчивой.

В 1865 году между Петербургом и Москвой был построен первый участок такой линии, и 17 апреля 1866 года началась его эксплуатация. Однако через два года она была прекращена, так как оказалась экономически невыгодной.

Фототелеграфные аппараты, как бы совершенны они ни были, полностью не решают задачи видения на расстоянии. Ведь на передающей станции происходит преобразование в электрические сигналы заранее заготовленного рисунка **с т а т и ч е с к о г о** **и з о б р а ж е н и я** какого-нибудь предмета, а не света, отраженного от самого предмета.

Второй исторический этап развития телевидения начинается с выдающегося изобретения, выполненного в 1880 году другим русским ученым — Порфирием Ивановичем Бахметьевым.

В 1873 году были установлены светочувствительные свойства **с е л е н а**.¹ Химический элемент селен обладает способностью менять свое электрическое сопротивление под действием света.

П. И. Бахметьев писал: «...мне пришла мысль воспользоваться свойствами селена для устройства аппарата, который мог бы служить для нашего глаза тем, чем служит телефон для уха»¹. Действительно, создание электрической модели глаза решило бы задачу телевидения. Вместе с тем П. И. Бахметьев понимал, что механическое копирование глаза было бы пустой затеей.

Светочувствительная поверхность глаза (сетчатая оболочка), расположенная в глубине глазного яблока, обладает **м о з а и ч н о й** структурой. Сетчатка состоит из нескольких десятков миллионов отдельных светочувствительных элементов (палочек и колбочек). Попадание света на эти элементы вызывает в последних физико-химическую реакцию, ощущаемую мозгом как световое раздражение. Таким образом, рассматриваемый предмет воспроизводится глазом в виде точечной структуры. Этим и объясняется ограниченная разрешающая способность зрения². Если две яркие точки, спроектированные оптической системой глаза на сетчатую обо-

лочку, расположены настолько близко, что промежуток между ними меньше размеров одного светочувствительного элемента, точку нельзя различить.

В 1875 году и позднее появились фантастические проекты создания искусственной модели глаза, в которых предлагалось на панели, установленной в пункте передачи, укрепить большое число мелких селеновых элементов, а на приемной стороне, на аналогичной панели — соответствующее число источников света, например, миниатюрных электрических ламп накаливания¹. Каждый фотоэлемент и соответствующий ему светильник соединялись проводами, а в цепь включались батареи.

Под действием света, отбрасываемого предметом на панель с фотоэлементами, каждый из последних должен был изменять свое сопротивление пропорционально интенсивности освещения. Это повлекло бы за собой изменение тока в соответствующей цепи и изменение интенсивности свечения того или иного источника на приемной панели. Так, предполагалось осуществить систему передач изображений на расстоянии.

Конечно, говорить о практическом осуществлении проекта не было никаких оснований. Для мало-мальски отчетливой передачи хотя бы контуров предметов нужно было бы изготовить и укрепить несколько тысяч отдельных фотоэлементов и лампочек и соединить их таким же числом проводов. При такой сложной системе проводов приемник нельзя удалить на значительное расстояние от передатчика, а потому эта идея оказалась практически неосуществимой.

Первое научно обоснованное и технически грамотное для своего времени решение проблемы передачи изображений на расстояние, в котором для связи передатчика с приемником используется только **о д н а л и н и я**, содержится в изобретении П. И. Бахметьева.

Порфирий Иванович Бахметьев, сын крестьянина, родился 25 февраля 1860 года в селе Лолуховке, Вольского уезда, Саратовской области. Детские годы он провел в глухой волжской деревне, обучаясь грамоте у оставного фельдфебеля, а затем посту-

¹ «Электричество», 1885, № 1.

² Ограниченная разрешающая способность в равной мере определяется и несовершенством оптической системы глаза (дифракцией и сферической аберрацией).

¹ В упомянутых проектах назывались другие источники света, конструктивно более сложные. В те времена техника ламп накаливания не позволяла использовать их для рассматриваемых приборов.

пил сначала в Сызранское, а потом в Вольское реальное училище. Блестяще окончив его, Бахметьев в 1879 году уехал в Цюрих, где поступил на физико-математическое отделение университета.

Будучи студентом, Бахметьев занимался научными исследованиями в области электрических и магнитных явлений и, в частности, в 1880 году разработал проект электрического «телефотографа». О своем изобретении П. И. Бахметьев доложил в том же 1880 году в Цюрихском славянском союзе «Slavia». Результаты своих исследований Бахметьев публиковал, в основном, в русских журналах «Электричество», «Журнале физико-химического общества» и других. По окончании университета он остался в Цюрихе для продолжения научной деятельности, занимался вопросами термоэлектричества, физической химии, геофизики и т. д.

Работы Бахметьева привлекли внимание научной общественности; по приглашению Софийского университета ученый в 1890 году переехал в Болгарию, где занял кафедру экспериментальной физики. С 1897 года профессор Бахметьев начал заниматься биологией и установил ряд важных закономерностей, характеризующих анабиоз (состояние мнимой смерти организма) у насекомых и млекопитающих. Эти исследования принесли ему широкую известность. Бахметьев предполагал решить такие важные вопросы, как борьба с туберкулезом путем переохлаждения организма, транспортировка рыбы в анабиотическом состоянии и т. п. После закрытия в 1907 году Софийского университета Бахметьев продолжал заниматься интересовавшими его предметами.

В начале 1913 года ученый по приглашению Московского холодильного комитета

переехал на родину. Он преподавал в Московском народном университете имени Шанявского и читал лекции в ряде городов южной России, организовал лабораторию по изучению анабиоза, занимался общественной и научно-популяризаторской деятельностью. Передовая часть русского общества внимательно относилась к трудам Бахметьева; в фонд университета имени Шанявского, где он решил продолжать работу, начали поступать для него пожертвования. Однако непрерывная нужда и переутомление подорвали здоровье ученого. Он умер 14 октября 1913 года, еще полный творческих сил.

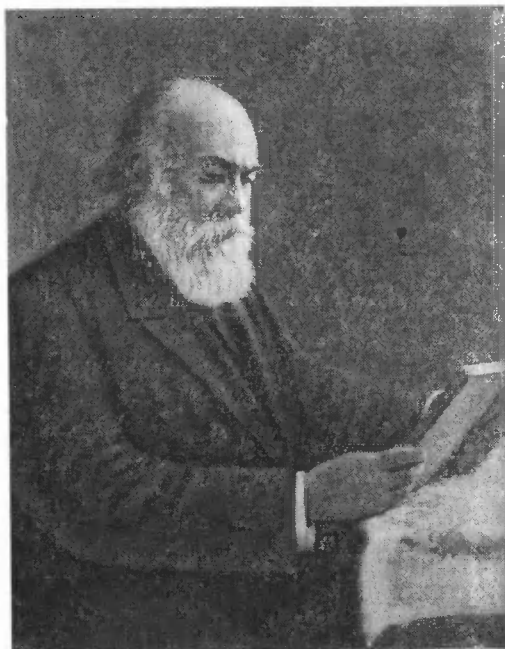
Перу профессора Бахметьева принадлежит 67 научных работ. В своей деятельности Бахметьев не ограничивался теоретической и лабораторной работой, а стремился применить выводы научных исследований на практике (например, в холодильном деле, пчеловодстве и других областях). Бахметьев был ученым-материалистом, — об этом свидетельствуют его работы о границах между живой и мертвой природой.

Стараясь ознакомить широкие массы с достижениями современной науки, Бахметьев

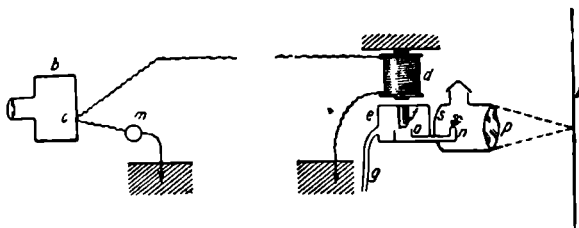
активно сотрудничал в журнале «Природа» с момента его основания. Последняя статья Порфирия Ивановича опубликована в том же номере журнала, где напечатан его некролог.

* * *

«Телефотограф» Бахметьева состоял из двух основных частей — передающей камеры и приемника, связанных между собой только одной проводной линией. На рисунке воспроизведен собственноручный чертеж П. И. Бахметьева, поясняющий принцип действия предложенной им телевизионной системы. Эта система была основана на свойстве



П. И. БАХМЕТЬЕВ



Чертеж П. И. Бахметьева, поясняющий принцип действия телевизионной системы, предложенной им в 1880 году

глаза сохранять зрительное ощущение в течение некоторого интервала времени. На этом свойстве, как известно, основано и современное телевидение и кинематограф.

В аппаратуре Бахметьева было предусмотрено последовательное преобразование отдельных участков изображения в электрический ток. Изменяющийся во времени ток вызывал изменения яркости свечения соответствующих точек приемного экрана. Этот принцип применяется в современном телевидении.

По конструкции передатчик (левая часть рисунка) напоминал обычную фотографическую камеру; в передней стенке этой камеры, обращенной к объекту, укреплялся объектив (на рисунке изображена двояковыпуклая линза), отбрасывающий изображение передаваемого предмета на заднюю поверхность камеры. На этой поверхности устанавливались направляющие полоски (не показанные на рисунке), по которым в особой оправке перемещался миниатюрный селеновый фотоэлемент. В аппарате Бахметьева размеры фотоэлемента были, по его словам, «с булавочную головку». Перемещаясь по направляющим, фотоэлемент совершал непрерывное движение по спирали. Витки спирали вплотную примыкали друг к другу, а потому за один заход все поле изображения оказывалось последовательно покрытым фотоэлементом.

Скорость движения фотоэлемента предусматривалась достаточно быстрой для того, чтобы один полный цикл движения по спирали совершался в промежуток времени, соизмеримый с промежутком «памяти» зрения. По имевшимся в те времена данным физиологической оптики, скорость движения

фотоэлемента была установлена в пять полных циклов движения за одну секунду.

В соответствии с изменением светового потока, падавшего на фотоэлемент при его движении, т. е. в соответствии с распределением освещенности передаваемого изображения, изменялся фототок в цепи, так как непрерывно изменялось сопротивление включенного в цепь миниатюрного фотоэлемента.

В приемнике, куда подводилась от передатчика проводная линия, последняя подключалась к обмотке электромагнита *d*. При увеличении тока, протекающего по цепи, стержень *f* притягивался сильнее, и наоборот. Бахметьев весьма просто и остроумно разрешил проблему преобразования изменений электрического тока в изменения яркости свечения источника света. Роль последнего выполняла миниатюрная газовая горелка *n*, которая, как известно, может создавать очень яркий точечный свет, значительно более яркий, чем лампы накаливания того времени. Кроме того, в газовых светильниках можно было получить прямо пропорциональную зависимость между количеством подводимого газа и яркостью свечения.

Другой конец шланга, подводящего газ к горелке, соединялся с камерой *e*, в которой была установлена форсунка *o*; прежде чем попасть к горелке, газ проходил через трубку с коническим (или другой формы) раструбом. С этой трубкой соприкасался стержень *f* с ответным коническим окончанием. Когда магнит притягивал стержень, отверстие для прохождения газа расширялось, и наоборот. Таким образом, в соответствии с изменением фототока в линии менялось количество газа, подводимого к горелке, а в связи с этим изменялась яркость свечения пламени.

Горелка была укреплена на плоскости со спиральными направляющими полосками и непрерывно перемещалась особым приводным механизмом с такой же скоростью, с какой двигался фотоэлемент в передатчике. Фазы движения также были согласованы. Перед горелкой располагался объектив *p*, проектировавший свет пламени горелки в виде точки на экран. Таким образом, изменение освещенности в плоскости изображения передающей камеры воспроизводилось в виде аналогичных изменений яркости соответствующей точки приемного экрана.

Так как перемещения фотоэлемента и

источника света производились быстро, то предполагалось, что глаз наблюдателя не успеет утратить ощущение света до тех пор, пока источник света не возвратится к начальной точке. В этом случае глаз должен был бы воспринять единую слитную картину. «Не трудно видеть,— пишет Бахметьев,— что всякое движение оригинала отзовется одинаковым образом тотчас же на изображении на экране (4)».

Описанная телевизионная система Бахметьева как по своему принципу действия, так и по составным частям является первым прообразом современных телевизионных систем, и творец ее по праву может быть назван пионером телевидения. В этой системе использовались последовательное разложение и поэлементная передача изображений по одному каналу связи, т. е. приемы, без которых телевидение было бы практически неосуществимым.

Все последующие так называемые «механические» системы телевидения отличаются от «телефотографа» конструктивными усовершенствованиями или упрощениями отдельных составных частей, как, например, известная система Нипкова (1884), в которой последовательное разложение производилось не движущимся фотоэлементом, а движущимся диском с отверстием, расположенным перед неподвижным фотоэлементом.

Несмотря на то, что развитие систем механического телевидения позволило впоследствии начать регулярные передачи по радио, качество изображений в них было еще весьма низким, а улучшение одних качественных показателей неизбежно влекло за собой ухудшение других.

Жизненными оказались лишь идеи и разработки Бориса Львовича Розинга, преподавателя Петербургского технологического института, сформулированные в 1907 году. Работы Розинга знаменуют собой начало следующего современного этапа телевидения — начало эпохи электронного телевидения.

Во времена Бахметьева предполагалось,

что скорость разложения изображения будет достаточной, если весь цикл осуществить за $\frac{1}{5}$ секунды. Позднейшие исследования показали, что отсутствия мерцаний, можно достигнуть лишь в том случае если, продолжительность цикла составит всего $\frac{1}{50}$ секунды. Если удовлетворить этому требованию, то при малых размерах принимающего элемента, необходимых для создания достаточно четких изображений, получаются столь большие скорости развертки, что механические способы неприменимы. Б. Л. Розинг использовал для развертки практически безинерционные электронные приборы¹, которые стали известны лишь в начале XX века и применяются в настоящее время.

При больших скоростях разложения оказалось невозможным использовать селеновые фотоэлементы, обладающие длительным последствием (инерцией), так как изображение оказалось бы размытым. Открытие внешнего фотоэлектрического эффекта, заключающегося в испускании электронов некоторыми веществами под действием света, и изучение закономерностей этого эффекта, осуществленное в 90-х годах прошлого столетия Александром Григорьевичем Столетовым, позволили изготовить безинерционные фотоэлементы, применяемые в современном телевидении в сочетании с электронным разложением.

И, наконец, массовое телевизионное вещание оказалось возможным осуществить только после использования беспроводной радиосвязи, изобретенной в 1895 году замечательным русским ученым Александром Степановичем Поповым.

Таким образом, создание телевидения в значительной мере составляет заслугу русской науки.

¹ Подробное изложение работ Б. Л. Розинга и советских ученых, практически осуществивших современные телевизионные устройства, приведено в брошюре И. В. Шамова «Пути развития советского телевидения» (изд. Об-ва по распространению политических и научных знаний, 1949) и в статье Г. И. Головина «Вклад русских ученых в развитие телевидения» («Природа», 1948, № 8).

НАУКА В СТРАНАХ НАРОДНОЙ ДЕМОКРАТИИ

ВЫДАЮЩИЙСЯ ЧЕШСКИЙ УЧЕНЫЙ

С. Д. Шахов, Ю. Н. Квитницкий-Рыжов



Болью наполняется сердце при воспоминании о Яне Флориане, выдающемся чешском ученом, погибшем в 1942 году в фашистском застенке Маутгаузене.

Жизнь Флориана может служить примером трудового подвига во имя науки, призванной служить на благо человечества; смерть его — это смерть героя, на деле оправдавшего замечательные слова З. Нееды: «Славянский дух — это презрение к смерти, это любовь к своей родине, это неугаемая ненависть к рабству и покорности».

Ян Флориан родился в городе Брно, в семье управляющего помещичьим имением. В том же городе он учился в гимназии, где с ранних лет проявил недюжинные математические способности и пытливость. Особенно его привлекали физика и астрономия.

После получения аттестата зрелости, во время первой мировой войны Флориан был призван в армию, на итальянский фронт. Демобилизовавшись, Флориан вернулся в Брно и в 1919 году, невзирая на материальные лишения, поступил на медицинский факультет только что открывшегося там университета. Вскоре глубокий интерес приводит одаренного студента в лабораторию гистологии и эмбриологии, руководимую видным чешским ученым профессором Ф. К. Студничкой. Это обстоятельство определило дальнейший жизненный путь Флориана. Еще студентом он пишет и публикует первую научную работу из области гистологии, науки о микроскопическом строении организмов, обратившую на себя внима-

ние в исследовательских кругах. В 1925 году Флориан кончает университет и избирает своей специальностью гистологию и эмбриологию. До 1933 года он состоит ассистентом и доцентом при воспитавшей его лаборатории, а затем получает профессорскую кафедру в Братиславе. В 1936 году, в связи с переездом профессора Студнички в Прагу, Флориан занимает кафедру гистологии и эмбриологии при медицинском факультете университета в Брно, которой и заведует вплоть до закрытия чехословацких высших школ немецко-фашистскими оккупантами.

Наряду с чрезвычайно плодотворной педагогической деятельностью, Флориан ведет напряженную научно-исследовательскую работу в области эмбриологии — науки о зародышевом развитии организмов. Основным объектом исследования он избирает человека. Крупные научные достижения профессора Флориана на этом поприще приносят ему известность не только в родной стране, но и далеко за ее пределами.

Наука о зародышевом развитии человека и до настоящего времени представляет собой мало разработанный отдел знания. Трудность получения материала, только случайно попадающего в руки исследователя, невозможность применения экспериментального метода, чрезвычайная трудоемкость исследовательской методики — все это в значительной мере определяет вышеприведенное положение. В 20—30-х годах текущего столетия эмбриология человека, значительно отставшая от таких наук, как анатомия и другие, должна была накопить фактический

материал. Эта необходимость становится очевидной, если учесть, что, в связи с присущими утробному развитию человека специфическими чертами, данные эмбриологии животных не могут восполнить пробелов в нормальной и патологической эмбриологии человека. А между тем точное представление о сложнейших процессах, протекающих в человеческом зародыше, о всех его многообразных превращениях существенно важно для науки и имеет первостепенное значение в медицине. Последнее и обуславливает планомерное развитие медицинской эмбриологии человека.

Посвятив себя изучению разных стадий развития человека, Флориан начал настойчиво собирать человеческие зародыши в различных медицинских учреждениях (акушерско-гинекологических больницах и прозектурах). Составленная таким образом коллекция по праву заняла одно из первых мест в мире. Объекты своей коллекции Флориан подвергал тщательному микроскопическому изучению на сериях срезов, проявляя исключительную точность и последовательность. Следствием этого изучения явилось опубликование пятидесяти работ, полно и четко излагающих закономерности развития человеческого зародыша.

Ян Флориан, однако, никогда не был только «архивариусом фактов», микрофотографом действительности. Он был биологом в широком смысле слова. В основе всех его трудов лежали широкие общепроизводственные представления материалиста, идея развития живой материи.

Успешно работая в области эмбриологии человека, Флориан не замыкался в стенах своей лаборатории. Он много путешествовал с научными целями, наездами работал в эмбриологической лаборатории Лондонского университета, где получил звание «почетного исследовательского ассистента». За время с

1928 по 1936 год он с честью представлял науку своей родины на разнообразных конгрессах и съездах — во Франции, Италии, Польше, Болгарии, Голландии и Германии.

Говоря о Яне Флориане как об ученом, нельзя обойти молчанием и выдающихся его достижений в области методики эмбриологического исследования, а также микроскопической техники в целом. Эта область имеет

огромное значение для науки. Недаром великий русский физиолог И. П. Павлов писал: «Для натуралиста все — в методе, в шансах добыть непоколебимую, прочную истину»¹. Блестящий математик, знаток начертательной геометрии, Флориан создал оригинальный способ реконструкции юных зародышей, предварительно рассеченных на серии тончайших срезов. Пользуясь этим способом, эмбриолог приобретает возможность точного воспроизведения зародышевого тела на бумаге или пластической массе, и притом в увеличенном виде. Кроме того, Флориан предложил особый тип прибора — микроманипулятора, фактически сконструировав его заново. Созданный Флорианом



ЯН ФЛОРИАН

совместно с механиком Моравцем прибор позволяет производить под контролем микроскопа микрохирургические операции, т. е. манипулировать с мельчайшими живыми частицами и даже отдельными клетками, выделенными из состава целого организма.

Таковы в общих чертах итоги творческой жизни Яна Флориана, передового ученого и патриота.

Мирный созидательный труд профессора Флориана был прерван нашествием гитлеровских орд. Высшие учебные заведения Чехословакии были тотчас же закрыты оккупантами. Преподавательский состав подверг-

¹ И. П. Павлов. Полное собрание трудов, 1949, т. 3, стр. 37.

ся неимоверным гонениям. Энергичные протесты Флориана, его попытки наладить работу факультета не привели к желаемым результатам. Грязная захватническая лапа протянулась и к сокровищу науки — эмбриологической коллекции Флориана. С беспримерным динизмом немецкий фашист, эмбриолог Гроссер потребовал выдачи ему собранных Флорианом человеческих зародышей. Спрятав свое замечательное собрание в безопасном месте, Флориан гордо и мужественно отверг наглое требование «завоевателя». Коллекция мирового значения была спасена. Она и сейчас находится в Брно.

Видя страдания чехословацкого народа, испытывая на себе все ужасы оккупации, Ян Флориан не мог оставаться безучастным свидетелем происходящего. Его благородное сердце гуманиста, верящего в светлое будущее, его энергичная, деятельная натура активно искали выхода из нацистской тюрьмы. Он был связан со многими участниками подпольного движения, усиленно заботился о тех, кто подвергался преследованиям, о семьях казненных.

Патриотическая деятельность Яна Флориана на территории тогдашнего германского «протектората» не могла не обратить на себя внимания гестапо. Вместе с группой

своих сотоварищей Флориан был схвачен фашистами и заключен сначала в Брно, затем в «Кауницовых рельсах» и, наконец, в Маутгаузен в Линце. Железные двери нацистского ада, «фабрики смерти» закрылись за Флорианом. Ученый-патриот, несмотря на все пытки, которые ему пришлось вынести, упорно отказывался давать показания против кого-либо, что еще более озлобляло его палачей. 7 мая 1942 года, вместе с 70 другими патриотами, Флориан был расстрелян. Так, в дни своего расцвета оборвалась эта замечательная жизнь. Талантливому ученому-борцу не было еще полных 45 лет! Это был убежденный сторонник мира и счастья людей.

Вера в светлое будущее и грядущие успехи славянских народов никогда не покидала его. О Советской стране он отзывался с уважением и удивлялся ее грандиозному строительству. Он высоко ценил русскую науку и русских ученых. Это был человек большой и разносторонней культуры: ученый, поэт и талантливый пианист.

Выдающийся ученый-патриот, борец против темной силы фашизма, солдат великой армии свободолюбивого человечества, — таким сохранит история образ Яна Флориана.

ДУШИСТАЯ МАРЬ

(ИЗ ОПЫТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СТАНЦИИ ХУЭЙ ВЭНЬ ГОРОДА ЧАНЛИ
ПРОВИНЦИИ ХЭБЭЙ)

Ма Цзюнь-линь

Родина душистой мари (*Chenopodium ambrosioides* L.) — Северная Америка. Получаемое из ее семян масло — важнейшая составная часть известного глистогонного средства. Из него изготавливается медицинский препарат, применяемый для изгнания паразитов кишечника и обладающий большой эффективностью: положительный результат достигается в 70—100 процентах случаев. Это средство противопоказано только при ослаблении нервной системы, сердечных и почечных болезнях, а также при беременности.

Важнейшим элементом масла душистой мари является Ascaridol — органическая перекись.

Кишечные паразиты весьма распространены среди детей наших городов и сел, особенно в юго-западных провинциях. В настоящее время для борьбы с ними мы располагаем отечественным средством — маслом душистой мари, которое можем производить в большом количестве, при условии культивирования этого растения.

Разведение душистой мари требует ухода

за почвой и растением. Почву следует орошать, удобрять, боронить, а зерно—просеять. Поливку можно производить утром и вечером. Ростки появляются в течение одной недели.

Когда молодые сеянцы достигают 2 сантиметра высоты, их надо прореживать. Достигнув 15—20 сантиметров, растения вполне укореняются и их уже нельзя пересаживать. Расстояние между ними должно составить примерно 40—50 сантиметров. В засушливые дни поливку нужно производить не менее трех раз в день.

Перед наступлением заморозков следует наблюдать за цветом плодов: когда они приобретут желто-зеленый цвет, плод нужно сорвать и растереть руками; если обнаружится, что кожура зерна имеет черный цвет, можно приступать к сбору урожая. Душистая мари не поражается насекомыми-вредителями ни в один из периодов своего развития. Культурная душистая мари дает урожай в 350—400 цзиней зерна с 1 му¹.

Если при посадке соблюдать указанные расстояния, растения получаются крепкие, высокие — до 1,9 метра высоты. При тесной посадке, когда растения отстоят друг от друга на расстоянии 3—4 сантиметра, экземпляры получаются очень слабые, мало разветвленные, неустойчивые, лежащие при слабом ветре.

Для получения масла душистой мари применяется способ перегонки водяным паром. В полученных частицах количество летучих масел достигает 1, 15 процентов.

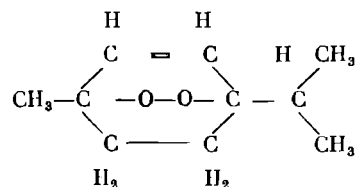
¹ 1 цзинь = 604,789 грамма; 1 му = 1/16 гектара.

Чтобы отделить масло, применяется способ вымораживания: масло охлаждается при помощи охлаждающей смеси (лед, поваренная соль) и застывает. При температуре —2°, —3° С оно начинает мутнеть, при температуре —10° С осадок кристаллизуется, на поверхность всплывает прозрачная чистая жидкость. После этого никаких изменений не происходит даже если температура падает. Охлажденную жидкость фильтруют через воронку с ватой. При этом выкристаллизовавшийся осадок остается на фильтре, а жидкость отфильтровывается.

Когда температура охлаждающей смеси постепенно повышается до 0° С, выкристаллизовавшийся осадок расплавляется, вытекает из воронки и собирается. Прозрачная чистая жидкость составляет 92,4 процента масла, а выкристаллизовавшийся осадок — только 7,6 процента масла.

Действующим началом масла душистой мари является органическая перекись $C_{10}H_{16}O_2$.

Его структурная формула:



Какое именно количество его содержится в масле душистой мари пока точно не установлено. Работа в этом направлении продолжается.

ПО РОДНОЙ СТРАНЕ

ФЕРГАНСКАЯ ДОЛИНА

Профессор Н. Л. Корженевский

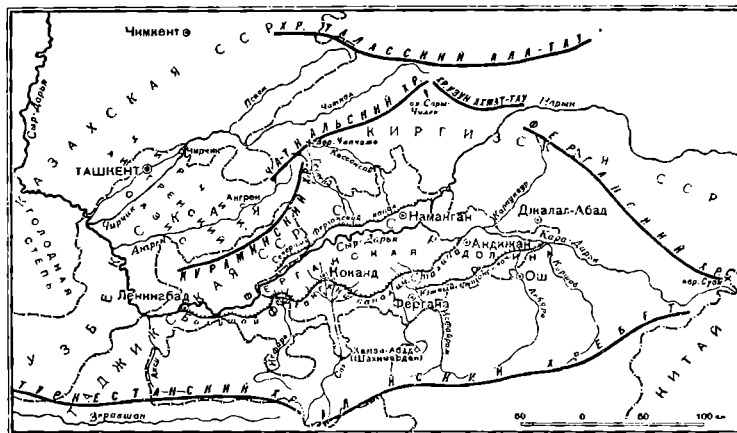


Ферганская долина лежит на востоке Узбекистана и по своему положению представляет собою как бы залив безбрежной Голодной степи, глубоко внедрившийся в горы. Ферганская долина — днище огромной горной котловины, почти замкнутой мощными снеговыми горами. Гребни окружающих гор поднимаются на 3000—4000 метров над долиной. Только узкий проход, так называемый Ленинабадский, разрывает на западе горное окружение долины; здесь река Сыр-Дарья выходит из Ферганской долины на просторы Голодной степи.

Благодаря такому укрытому положению в Ферганской долине более мягкие климатические условия по сравнению с климатом открытых равнин, примыкающих к ней с запада. Горы, замыкающие Ферганскую долину, затрудняют вторжение в нее холодных масс воздуха с севера. Количество тепла, получаемого долиной в вегетационный период, весьма благоприятно для выращивания хлопка и других теплолюбивых культур.

По своему географическому положению Ферганская долина принадлежит к южным территориям Союза и располагается своей длинной осью на $40^{\circ}30'$ северной широты. Следовательно, Ферганская долина лежит на 15° южнее Москвы и почти в точности на той же широте,

что и столица Китайской Народной Республики — Пекин. Ферганская долина находится под одной широтой с Южной Италией. Вдоль этой широты Ферганская долина растянута почти на 300 километров. Ширина долины достигает 120 километров на меридиане города Ферганы. Поэтому долина имеет в плане форму растянутого эллипса, так сказать «миндалевидную форму». Поверхность ее в основном равнинная. При этом долина повышается от 350—400 метров на западе до 900—1000 метров на востоке. Та же картина наблюдается на северном и южном краях долины, которые сравнительно с ее серединой также заметно приподняты. Нетрудно видеть, что по своему положению над уровнем моря Ферганская долина значительно выше



Схематическая карта Ферганы

высотной границы, принятой для низменности (200 метров); она превосходит по высоте известное плато Усть-Урт (200—250 метров) и с полным основанием может быть причислена к высоким равнинам.

Ферганская долина — основной хлопководческий район Советского Союза. В то же время она представляет собой одну из замечательных территорий Узбекистана как по своим природным условиям, так и по огромному значению ее в народном хозяйстве. Достаточно сказать, что около 25 процентов всей промышленной продукции Узбекистана приходится на долю Ферганской долины. Хлопководство в долине дает до 45 процентов всего сбора хлопка в Узбек-

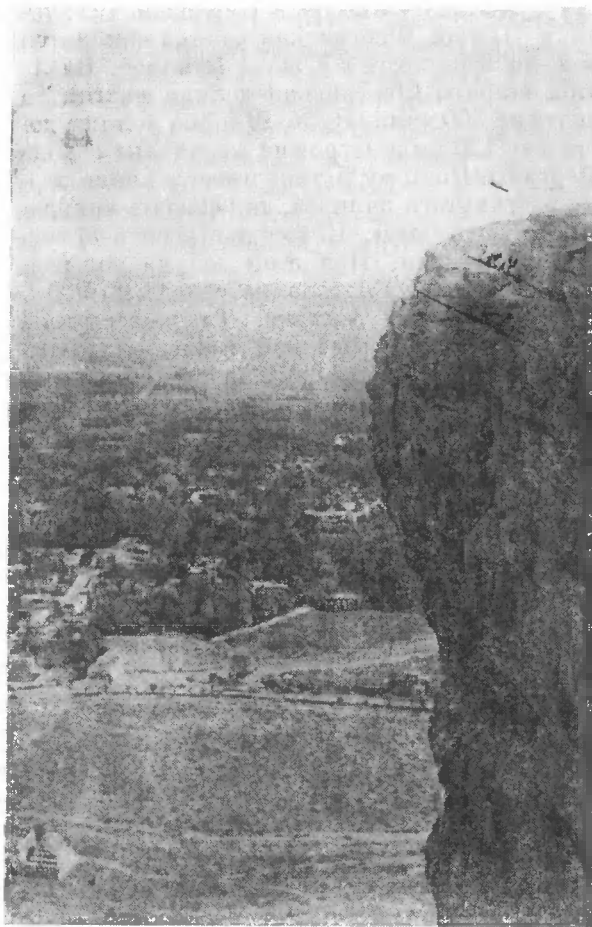
ской ССР. Шелководство Ферганской долины составляет около 60 процентов всего сбора коконов в Узбекистане. Более четверти садов и виноградников республики сосредоточено в Ферганской долине, хотя площадь ее не превосходит 4,5 процента от всей площади Узбекской ССР¹.

По густоте населения Ферганская долина стоит на первом месте в республике, сосредоточив на небольшом относительно пространстве почти одну треть всего населения.

Общая площадь Ферганской долины — 22,2 тысяч квадратных километров. Из них 17 тысяч квадратных километров принадлежат Узбекистану. Остальная площадь входит в состав Таджикской ССР — на западе и Киргизской ССР — на востоке.

Площадь же всей горной котловины, вмещающей Ферганскую долину, считая по водоразделам окружающих ее гор, достигает 79,7 тысяч квадратных километров.

Северный край котловины образует Чаткальский хребет, восточный — Ферганский, а южный край — Алайский хребет. Чаткальский хребет является водоразделом между водами Ферганской долины и водами рек Ангrena и Чаткала на северо-востоке. Западная ветвь Чаткальского хребта, отделяющая Ферганскую долину от Ангренской, носит название Кураминского хребта, известного многими месторождениями полезных ископаемых. Это скалистое поднятие безснежно в летнее время и только в районе Ангренского плато на хребте можно встретить пятна снежников. Однако к востоку от перевала Чапчама высоты Чаткальского хребта резко возрастают и достигают в отдельных точках гребня 4500 метров. И тем не менее, Чаткальский хребет на склонах, обращенных к Фергане, несет очень мало снега. В то же время его северные склоны, обращенные к долине Чаткала, несут не только обширные поля вечного снега, но и настоящие ледники. В таком распределении снега на склонах хребта резко сказывается влияние экспозиции. Склоны хребта, обращенные на юг в сторону долины, подвержены гораздо более интенсивному прогреванию, нежели северные склоны. Поэтому граница снега поднята здесь очень высоко и только отдельные точки греб-



Восточная часть Ферганской долины

Фото Н. Л. Корженевского

¹ См. «Узбекистан». Экономико-географическая характеристика, Изд-во АН Узбекской ССР, Ташкент, 1950.

ня оказываются расположенными выше этой границы. Важным следствием такого положения является относительная маловодность рек (Касан-Сай, Гава-Сай и другие), стекающих в Ферганскую долину со склонов Чаткальского и Кураминского хребтов.

Только в истоках рек Паша-ата и Карасу, собирающих свои воды с наиболее высоких частей Чаткальского хребта, положение становится несколько лучше. Вследствие сравнительно большего количества осадков, которые получает самый северный выступ Ферганской котловины, реки оказываются более многоводными, и вся совокупность физико-географических условий этой местности довольно резко отличается от смежных территорий. Особенно бросается в глаза пышная растительность ущелий рек Паша-ата, Афлатун, Кара-су в районе озера Сары-Чилек. Склоны этих ущелий, главным образом северные, покрыты настоящим лесом таежного склада из тьяншанской ели и пихты. Отдельные деревья высокоствольной пихты проникают даже в зону лежащих ниже ореховых лесов, среди которых они резко выделяются своими пирамидальными темнозелеными кронами. В подлеске здесь обычно встречаются рябина тьяншанская и разнообразные кустарники жимолости, барбариса, малины и т. п.

Те же природные условия наблюдаются и в долинах Ферганского хребта, который ограничивает Ферганскую долину с востока. Прямая к Чаткальскому хребту в северо-восточной части Ферганской долины, Ферганский хребет образует сложную систему грядовых подъемов, которые разрезает река Нарын, выходя из горной долины Кетмень-Тюбе по узкому глухому ущелью. Гребень Ферганского хребта поднимается до высоты 4490 метров в отдельных вершинах, как, например, Баубаш-ата. В то же время его перевалы лежат в среднем на высоте 3000—3500 метров. Глубокие ветвистые ущелья хребта с мягкими водоразделами поросли замечательными широколиственными лесами из грецкого ореха, клена и зарослями дикой яблони, боярки и других плодовых и кустарниковых растений. Большой известностью в этом отношении пользуются ущелья хребта: Караунгур, Кара-алма, Кугарт и некоторые другие. По мере протяжения хребта на юго-восток он становится выше. Вблизи перевала Суек, где Ферган-



Озеро Сары-Челек на южном склоне Чаткальского хребта

Фото Н. Л. Корженевского

ский хребет примыкает к Алайскому, на склонах его появляются обширные скопления снега и небольшие ледники, питающие истоки реки Кара-Дарьи. Ферганский хребет отделяет Ферганскую долину от высоких долин Тянь-Шаня, так называемых сыртов, имеющих совершенно иной физико-географический облик.

Среди горных хребтов, окружающих Ферганскую долину, наиболее крупный — Алайский хребет и его продолжение к западу от долины Соха — Туркестанский хребет. Они тянутся по южному краю Ферганской долины громадным снеговым барьером, отделяя ее от высокогорной Алайской долины

и вместе с тем от северных истоков Аму-Дарьи. Таким образом, Алайский хребет разделяет бассейны двух величайших рек Средней Азии — Аму-Дарьи и Сыр-Дарьи.

В ландшафте Ферганской долины Алайский хребет занимает самое видное место. На нем невольно останавливает взор каждый, кто впервые посещает долину. Живописное сочетание снеговых гор, облепленных облаками, зелень многочисленных кишлаков, разбросанных до самых предгорий, и тщательно обработанные поля, обсаженные тутом и тополями, исчезающие в дымке горизонта, — все это производит неотразимое впечатление. Еще более глубокое впечатление оставляет эта картина в период созревания хлопка. Наблюдая белоснежные поля драгоценного хлопка, невольно проникаешься восхищением перед великим трудом совет-

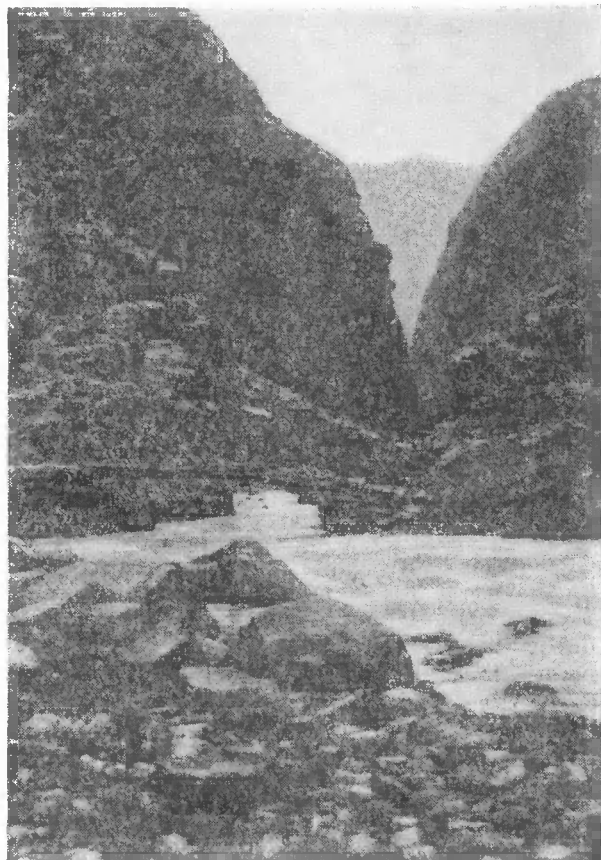
ского человека, превратившего Ферганскую долину в высокоурожайные нивы. Огромное значение имеет Алайский хребет и в орошении Ферганской долины. Мощные запасы снега и ледники хребта питают все важнейшие реки (Ак-бура, Исфайрам, Сох, Исфара и другие), а также бесчисленное количество больших и малых арыков, отводимых от этих рек на поля.

Алайский хребет начинается в сложном горном узле около перевала Суек, на стыке его с Ферганским хребтом. Алайский хребет, продолжающий Туркестанский хребет, на всем протяжении Ферганской долины представляет собой величественную горную цепь со средней высотой гребня 4571 метр и отдельными вершинами от 5282 метра до 5880 метров в истоках Соха. Таким образом, высшая точка Алайского хребта превосходит на 251 метр высоту Эльбруса (5629), прославленной вершины Кавказа.

Интересной чертой внешнего облика Алайского хребта является то, что северный склон, обращенный к Ферганской долине, образует сложную сеть грядовых подъемов; они располагаются параллельно главному гребню и придают этому склону характерное кулисообразное строение. Некоторые из таких боковых поднятий, как хребты Кичик-Алайский, Тегермачский, Ходжа-ачкан и некоторые другие, сами по себе представляют снеговые горы с высотой гребня до 5 000 метров. Вполне естественно, что при столь значительных высотах хребта, превосходящих высоты Большого Кавказа, гребень Алайского хребта несет обширные снеговые поля и свыше 240 ледников, из которых получает начало основная масса ферганских рек. Стекая в долину, реки разрезают боковые хребты, образуя глубокие дикие теснины, принимающие нередко вид каньонов с вертикально поднятыми склонами.

Скалистость, большая высота и мощные скопления снега и льда у гребня, наряду с редким растительным покровом на склонах ущелий, главным образом арчи, — все это придает Алайскому хребту вид суровой и дикой горной страны.

Таким образом, горные хребты, заключающие Ферганскую долину, весьма различны между собой по структуре, характеру расчленения, по растительности и, что особенно важно, по густоте и многоводности



Ущелье реки Турук в Алайском хребте

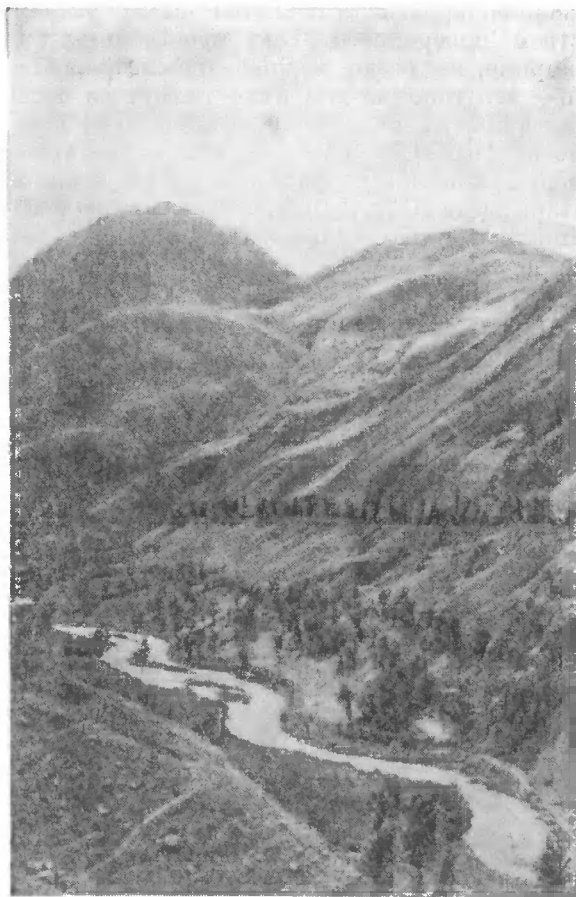
Фото Н. Л. Корженевского

гидрографической сети. Влияние этих мощных гор на долину исключительно велико. Ферганская долина теснейшим образом связана с горами и не отделима от них в своем развитии. Все продукты разрушения гор, выносимые реками, отлагаются в долине, являющейся в этом случае гигантским приемником, в котором эти продукты подвергаются дальнейшему изменению и распределяются по ее поверхности. Как показали новейшие исследования, мощность этих отложений в долине огромна; нередко она выражается в тысячах метров.

Горы, окружающие долину, благодаря громадной высоте являются естественными аккумуляторами и хранителями влаги. Сотни квадратных километров занимают на горных склонах снега и ледники, питающие реки Ферганской долины. По этой причине народное хозяйство долины, вся ее ирригационная сеть органически связана с горами и неисчерпаемыми запасами в них воды в твердом виде. Многочисленные месторождения полезных ископаемых, находящиеся в горах и предгорной зоне с каждым годом повышают значение гор для народного хозяйства и строительства. Исключительно важное значение для Ферганской долины имеют также горы и в климатическом отношении. Помимо защиты долины от вторжения холодных масс воздуха северных румбов, горы оказывают могучее воздействие на циркуляцию воздушных масс в самой котловине и создают в ней большую пестроту климатических условий. Общеизвестны своей пышной растительностью, например, хорошо увлажняемые северо-восточные части Ферганской котловины и, в противоположность им, сухие, пустынные по природному облику, районы в ее западной части. Насколько существенны различия в увлажнении долины, можно видеть из данных об удельной водности хребтов, окружающих Ферганскую долину. Так, по данным В. Л. Шульца¹, с одного квадратного километра юго-западного склона Ферганского хребта стекает 12,4 литра в секунду, с северных склонов Алайского и Туркестанского хребтов 7,1 литра в секунду, а с юго-восточного склона Чаткальского и Кураминского хребтов только 5,8 литра в секунду. О том же сви-

детельствует и различная водоносность рек, стекающих с горных склонов. С горами, входящими в основном в состав Киргизской ССР, связаны три горные долины, принадлежащие Узбекской ССР: Нанай — на севере, Сох и Шахмардан — на юге, в Алайском хребте. Живописная долина Шахмардана с прекрасным горным климатом утопает в зелени садов и полей. Она служит здравницей для трудящихся Узбекистана.

Поверхность Ферганской долины складывается из двух неравных частей, разделенных Сыр-Дарьей — основной водной артерией долины. Правобережная часть долины, меньшая по размерам, примыкает к предгорьям Чаткал-Кураминского хребта, а южная — много больших размеров часть Ферганской долины — примыкает к предгорьям Алай-Туркестан-



Общий вид долины Шахмардан

Фото С. Безменова

¹ В. Л. Шульц. Реки Средней Азии, Географгиз, 1949.

ского хребта. В геоморфологическом отношении значительная доля поверхности Ферганской долины представляет собой террасы Сыр-Дарьи, из которых верхняя терраса незаметно переходит в мощные подгорные речные отложения. Эти отложения на поверхности долины представляют собой обширные конуса выноса. В отдельных местах они сливаются своими краями друг с другом.

Террасы широко использованы тружениками социалистических полей. Непрерывной полосой тянутся по ним культурные земли с прославленными плантациями хлопка, садами, виноградниками. Населенные пункты местами почти вплотную примыкают один к другому.

На верхней же террасе лежит и так называемая Кара-Калпакская степь, расположенная в центральной части долины. Нижележащие террасы отличаются иным устройством поверхности. Они непостоянны по ширине, не везде хорошо прослеживаются и — что типично для них — несут на своей поверхности многочисленные озера и болота. Особенно развиты эти характерные черты нижних террас в области слияния Нарына и Кара-Дарьи, основных рек, составляющих Сыр-Дарью. Вблизи Сыр-Дарьи заливаемые полыми водами прибрежные

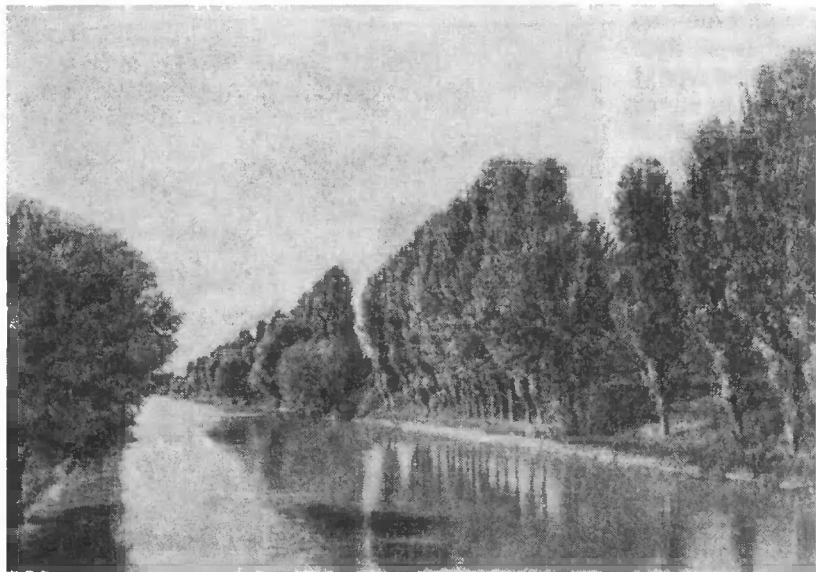
части заняты сплошными тростниковыми зарослями.

Существенное место на территории Ферганской долины занимают пески. За небольшим исключением пески долины возникли от развевания речных отложений. Наиболее крупный массив песков находится в Кара-калпакской степи. Здесь пески носят бугристый характер, встречаются и солончаки, кое-где покрыты редкими кустами тамариска. На правом берегу Сыр-Дарьи основной массив песков Кайрак-Кум находится между Сыр-Дарьей и возвышенностями Ак-бель и Ак-чоп. Местами эти пески лежат на развеваемых коренных породах, которым, повидимому, они обязаны своим происхождением. Отдельные пятна перевеваемых песков наблюдаются и в других пунктах долины.

Различные формы поверхности Ферганской долины — пески, солончаки, заболоченные пространства, — конечно, не благоприятствуют хозяйственному освоению территории. Однако теперь, в условиях социалистического хозяйства, эти отрицательные черты природы Ферганской долины в значительной мере парализованы или смягчены. Осуществляемая населением долины систематическая борьба с подвижными песками завершилась почти полным закреплением песков. Тем самым ликвидирован вред, причинявшийся культурным землям.

Широкая мелиорация заболоченных участков Ферганской долины, создание на них громадных коллекторов — в корне изменили природные ее свойства. Сейчас земли Кара-Калпакской степи, еще недавно отличавшиеся высоким стоянием грунтовых вод, с успехом поддаются освоению и быстро заселяются.

Для несколько приподнятых краев «днища» Ферганской котловины характерны так называемые «адыры». Это — относительно невысокие поднятия с пологими очертаниями, сложенные из обломоч-



Участок Большого Ферганского канала имени И. В. Сталина

[Фото А. Сагина]



Река Сыр Дарья у Гум-Сарая, в месте верховий будущего Ферганского водохранилища

ных горных пород — конгломератов и покрытые отложениями лёсса. Зона адыров не сплошная; стекающие с гор реки разрезают эту зону на отдельные гряды, особенно широкие и мощные в северной части долины. Зона адыров в общем пустынна и безводна, хотя частично используется под посевы зерновых. Бурожелтые адыры, пересеченные бесчисленными овражками, резко выделяются своей безжизненностью на зеленом фоне оазисов. Весной, при достаточном увлажнении почвы, адырные гряды покрываются ковром зелени и цветущих растений. Летом, с наступлением жары, растительность адыров выгорает и от их пышного покрова остаются громадные сухие листья инулы и торчащие всюду жесткие стебли засохших растений. За небольшим исключением зона адыров не примыкает к предгорьям вплотную. Между ними и адырами обычно располагаются так называемые «заадырные» впадины. Они прослеживаются по периферии Ферганской долины, образуя в ней прерывистую зону депрессий, следующих одна за другой — то полузамкнутых, то обширных открытых пространств. Особенно больших размеров эти впадины достигают в области Кара-Дарьи, где ширина их доходит до 30 километров. В южной части долины, в районе города Ферганы, заадырные впадины значительно уже. Обычно заадырные впадины сложены грубообломочным материалом, вынесенным из гор, и покрыты рыхлыми суглинками. В зоне впадин множество населенных пунктов, утопающих в зелени полей и садов.

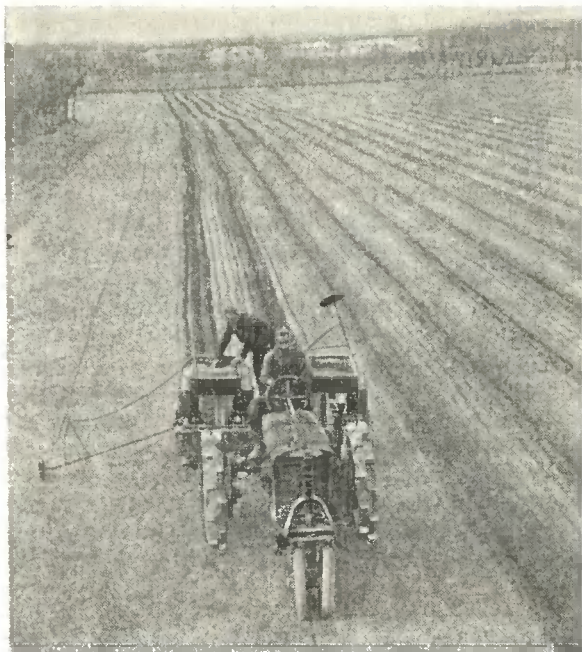
Таковы в общих чертах физико-географические условия Ферганской долины. Эти условия довольно разнообразны и ландшафты долины по своей структуре близки к типу так называемых культурных ландшафтов.

Сравнительная пестрота физико-географических условий Ферганской долины приводит к необходимости ее районирования, к выделению на территории долины более мелких ландшафтных единиц, четко обособляющихся по своей структуре от смежных районов долины.

Проделанная в этом направлении работа показала, что в пределах Ферганской долины с достаточным основанием можно выделить не менее семи районов, отличающихся своими природными условиями. Это дает возможность наметить форму и направление хозяйственного использования каждого района.



Арык, отводящий воду из Ферганского канала



Сев хлопчатника в колхозе «Яш Ленинчи»
Фото Р. Шарипова

Подробное изучение особенностей ландшафтов этих районов позволяет научно обосновать плановое преобразование природы Ферганской долины.

Многое уже сделано для устранения неблагоприятных природных условий Ферганской долины. За годы Советской власти не только расширена площадь поливных земель Ферганской долины. Советские люди внесли в ее природную обстановку ряд существенных изменений, ликвидировав маловодье многих районов и превратив многие малоприспособленные земли долины в культурные высокопроизводительные территории. Развитие природных сил Ферганской долины было подчинено определенным хозяйственным целям. В этом смысле Ферганская долина стала наглядным приме-

ром изменения природной среды человеком на основе всех достижений передовой советской науки.

Хозяйственное использование природных ресурсов долины стало возможным и могло получить должный размах только в советское время. Мощное техническое оснащение, коллективизация сельского хозяйства, механизация труда, новые методы скоростных народныхстроек — все это в результате вызвало переворот в народном хозяйстве Ферганской долины и преобразило ее природу.

Внесение в почву громадного количества минеральных удобрений при тщательной ее обработке и обеспеченности водой оказало мощное влияние на почвообразовательный процесс и резко повысило плодородие почвы. Громадные коллекторы, прорытые в Кара-Калпакской степи, изменили неблагоприятный режим грунтовых вод. Земли, страдавшие избыточным увлажнением вследствие выхода сбросовых вод, ныне распахиваются и становятся культурными. Узбекский народ, руководимый Коммунистической партией, провел в рекордные сроки оросительные каналы-гиганты — Южный Ферганский, Северный Ферганский и другие во главе с колоссальным сооружением нашего времени — Большим Ферганским каналом имени



Хлопковое поле в долине реки Араван, к югу от Андижана

Фото Д. И. Щербакоева



Ферганская долина. Типичный ландшафт.

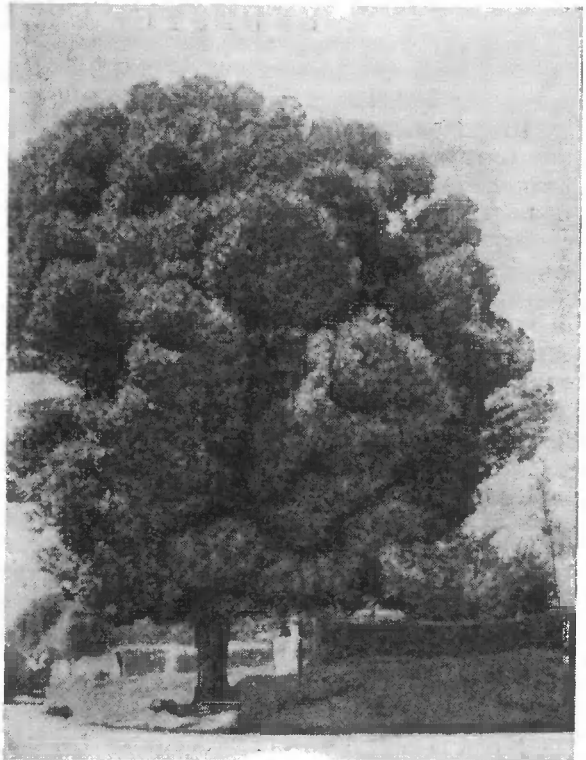
Цветное фото И. Тункеля

И. В. Сталина. Построено Касансайское водохранилище, проведены каналы Чустский, имени XVIII партсъезда, Савай, оросивший Савайскую степь и видоизменивший весь ее природный облик. Строительство Фархада перебросило мощную Сыр-Дарью в новое русло.

Все эти замечательные гидротехнические сооружения навсегда избавили долину от недостатка воды для полива, повлекли за собой создание около них многих населенных пунктов и развитие древесных насаждений. Расширение в долине посевных площадей, садовых массивов, лесных полос, сооружение Кайрак-Кумского водохранилища неизбежно вызовет постепенное смягчение сухости климата, лучшее увлажнение долины, создаст новые связи и взаимодействия между основными компонентами природного ландшафта долины.

Естественная растительность неосвоенных площадей Ферганской долины будет замещена высокоценными культурами и в первую очередь хлопком.

«В Ферганской долине, — сказал в своей речи на XIX съезде партии товарищ Ниязов (Узбекская ССР), — благодаря широкому внедрению механизации многие колхозы уже полностью освоили закрепленные за ними земли, добились значительного повышения урожайности хлопка и на основе этого добились повышения своих общественных доходов. Дальнейшее расширение производства хлопка и развитие общественного хозяйства колхозов требуют освоения новых поливных земель в этой долине. Поэтому колхозы и партийные организации Андижанской, Ферганской, Наманганской и Сурхан-Дарьинской областей вошли с предложением в правительство: за счет общественных средств заинтересованных колхозов освоить десятки тысяч гектаров земель в Центральной Фергане и в Сурхан-Дарьинской области. В ближайшие годы на эти цели колхозы Ферганской долины намечают израсходовать сотни миллионов рублей. Орошение и освоение пустынных земель Центральной Ферганы открывает новые перспективы использования природных богатств. Правительство СССР, лично товарищ Сталин одобрили эту инициативу ферганских и сурхан-дарьинских кол-



Тенистый карагач — типичное дерево оазисов Ферганы

Фото Д. И. Щербакова

хозов и партийных организаций по освоению новых поливных земель».

В директивах XIX съезда партии по пятилетнему плану развития СССР на 1951—1955 годы указывается, что будут продолжены работы по строительству оросительных систем в районах Центральной Ферганы. Проведение этих работ обеспечивается мощной технической базой.

Яркий пример Ферганской долины показывает, как волею партии и всего советского народа переделывается природа нашей Родины. Преобразование природы по плану великого Сталина идет в долине быстрыми темпами и недалеко то время, когда вся она станет неузнаваемой. На всем своем пространстве Ферганская долина — жемчужина Узбекистана — будет освоена советскими людьми, строящими коммунистическое общество.



КУНГУРСКАЯ ЛЕДЯНАЯ ПЕЩЕРА

С. Д. Лялицкая

Широкая спокойная река Сылва лениво колышет на своих прозрачных зеленоватых волнах отбившиеся от сплава бревна. На правом берегу ее, в двух километрах от станции Кунгур, Пермской железной дороги, тянется цепь живописных гор, сложенных из гипса, мергеля, известняков. Среди них — огромная Ледяная гора, вся в скалах, выступях, карнизах, провалах. В недрах ее сокрыты гроты знаменитой Кунгурской Ледяной пещеры, одной из грандиознейших и величайших пещер мира.

В обширных «каменных хоромах» ее, как поется в старинной уральской песне, «зиму зимовал» сам атаман Ермак Тимофеевич, а с ним и «дружина его, ни много, ни мало 200 человек». Местные старожилы утверждают, что еще в конце прошлого века на вершине Ледяной горы оставались развалины каких-то камепных строений. До сих пор там сохранился вал и ров — остатки «ермакова городища».

Мрак и мертвая тишина подземелья, причудливое убранство подземных зал способствовали созданию вокруг этой замечательной пещеры многочисленных легенд и сказок, окруживших ее ореолом загадки и таинственности.



Ландшафт в окрестностях Кунгурской Ледяной пещеры

Первым подробно описал пещеру в конце XVIII века академик И. И. Лепехин, который, объясняя ее происхождение, утверждал, что «она водному элементу начало свое должеństwует»¹.

С тех пор, в течение почти двух сотен лет, многие ученые посещают пещеру, ведут в ней научные исследования. Установлено, что Кунгурская Ледяная пещера действительно карстового происхождения, т. е. образовалась в результате разрушающей деятельности подземных вод.

Карстовые районы обычно изобилуют камнями, испещрены бороздами, провалами и пещерами, в которых скрываются реки. Поэтому такие районы бедны поверхностными водами и почти лишены растительности.

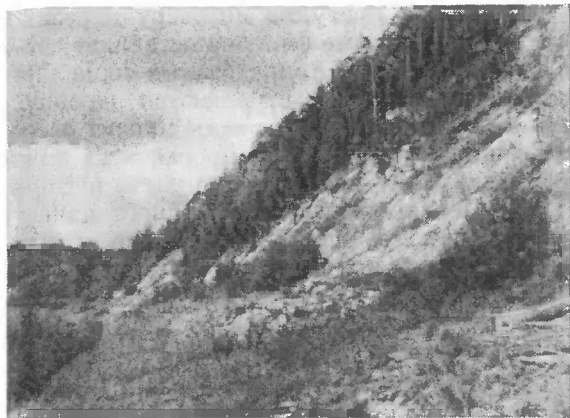
Карст образуется в районах, сложенных легко растворимыми породами. Вода, выпавшая в виде дождя или снега, медленно просачивается сквозь трещины в землю. Эта вода содержит в себе углекислоту; поэтому имеет способность растворять гипсы и известняки. Постепенно, в течение веков узкие трещины превращаются в широкие каналы. Текущие по ним реки промыли настоящие подземные проходы и коридоры. После размытия больших массивов пород остаются пустоты — пещеры.

Когда-то подземная река, приток реки Сылвы, промыла в гипсах огромные пустоты и образовала грандиозную Кунгурскую пещеру. Протяженность изученной ее части — 4,6 километра. От бывшей реки в пещере осталось 36 озер различной величины. И в настоящее время подземные притоки рек Сылвы и Ирени сообщаются с этими подземными озерами. Во время весеннего разлива этих рек уровень воды в озерах повышается.

* * *

Жаркий июльский день. Мы подходим к обрывистому склону Ледяной горы. Из-под деревянной двери, скрывающей вход в пещеру, у самого основания горы виднеется

¹ «Дневные записки путешествия академика и медицины доктора Ивана Лепехина по разным провинциям Российского государства в 1770 году», СПб., 1772, ч. 2, стр. 234.



Долина реки Сылта близ Кунгурской Ледяной пещеры

влажная земля, а на шаг от нее земля трескается от сухости и зноя.

При входе в пещеру нас сразу обдает холодом и сыростью. Кругом парит непроницаемая тьма. Мы зажигаем свечи, и наше подземное путешествие начинается.

Сорокаметровый тоннель приводит нас в чудесный, весь искрящийся грот Бриллиантовый. Своды и стены его блестят и переливаются, точно усеянные драгоценными камнями. Это необыкновенно красивые и крупные кристаллы льда, редкие по величине, богатству и разнообразию своих форм: то хрупкие ледяные цветы, то изящные иголочки, то шестигранные пластинки. Особенно великолепны они зимою, когда здесь более низкая температура. В конце этого грота с потолка свешиваются гигантские ледяные сосульки — сталактиты, навстречу им нарастают ледяные столбы — сталагмиты. При свете магния грот Бриллиантовый представляет собой незабываемое феерическое зрелище.

Следующий, не менее красивый грот — Полярный, напоминающий картину полярной пустыни с ее ледяными полями и снежными глыбами. Здесь исполинские камни, обросшие толстой коркой льда. Оригинальный ледяной натек похож на скованный льдом водопад. Среди грота поднимаются ледяные столбы, несколько малых и один большой, над которым ведутся наблюдения уже несколько десятков лет.

В небольшом, длинном и мрачном, с нависшими каменными глыбами гроте Дан-

те обращают на себя внимание два камня. Один из них, если погасить все огни и осветить его сзади горящей паклей, очень похож на огромного неуклюжего медведя с разинутой пастью.

Другой камень, выдающийся из скалы, — звучащий: при легких ударах он издает звук, похожий на стон. Звук происходит от движения воздушных потоков во время удара, а также от пустот, заключенных в камне или стене.

За гротом Данте следует Крестовый грот: когда-то в нем стоял деревянный крест.

Оригинален грот Руины Помпеи. Здесь хаос нагроможденных камней и глыб, полузасыпанных песком, «пеплом» Помпеи.

В гротах Данте, Крестовом и Руины Помпеи еще встречаются ледяные натеки. В следующих гротах льда уже нет. В них во все времена года держится более или менее постоянная положительная температура, достигающая до 5° С. В передних же гротах зимой держится почти такая же низкая температура, как и на поверхности земли. А летом даже в самые жаркие дни в них сохраняется лед, за что пещера и названа Ледяной.

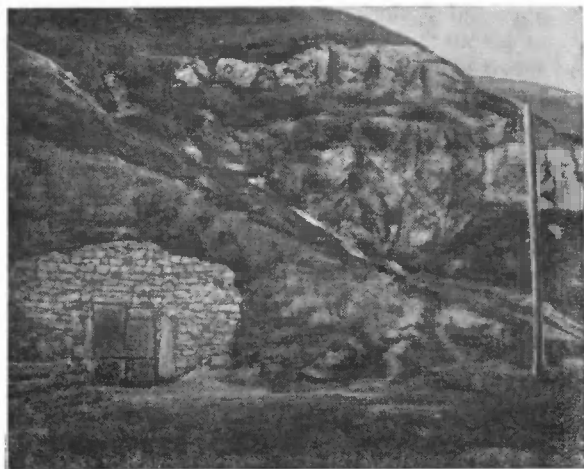
При продвижении в глубь пещеры делается теплее, лед сменяется водой. Только звук падающих капель воды нарушает вековую тишину. Капли непрерывно и размеренно падают со сводов, медленно скатываются по стенам.

Тут особенно ясно можно увидеть результаты работы воды — чудесную, недоступную рукам человека скульптуру.

Вот грот Морское дно. Под нами будто окаменевшее, когда-то бушевавшее море.



Медвежий бугор на Ледяной горе



Вход в Кунгурскую Ледяную пещеру

Каменные волны его застыли в своем движении.

Интересны Скульптурный, Коралловый и Эфирный гроты. На стенах и сводах их — искусно выточенные из камня люстры, гирлянды цветов, кисти винограда, а рядом затейливая резьба по дереву, тонкие изящные кружева, затейливые складки и бахрома.

Коралловый грот — весь из ноздреватого известняка. Стены и уходящие ввысь своды — все в дырочках. Кажется, что это не камень, в течение веков источенный водою, а коралловые образования.

В Эфирном гроте над головой словно плывут облака, отчего он и получил свое название.

Минуя огромный Центральный грот и переход Мокрая кочка, где непрестанно идет подземный дождь, попадаем в грот, который раньше назывался Титаническим. В 1937 году, по предложению делегатов XVII Международного геологического конгресса, он переименован в грот Дружбы народов. Это грандиозный и величественный зал с причудливыми арками, столбами, белыми глыбами красивого камня — ангидрита.

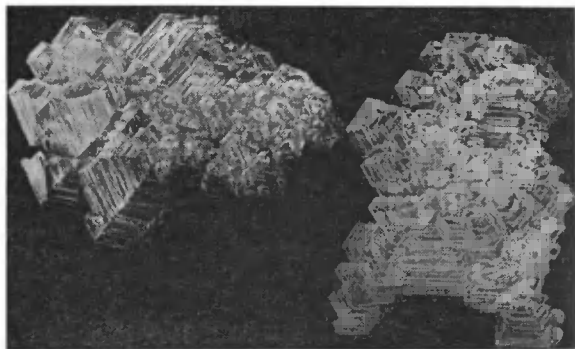
В конце грота лежит Большое озеро Кунгурской Ледяной пещеры. Оно всегда тихо и недвижимо — ни малейшая рябь не пробегает по его водам, настолько прозрачным, что можно рассмотреть камни на дне. В озере найден пока единственный его обитатель — слепой прозрачный рачек-крангоникс.

Подземная прогулка по озеру в резиновой лодке при свете факелов оставляет сильное впечатление. В таинственных зеркально-чистых водах озера отражаются нависшие темные скалы. Под эти скалы уходит озеро. Наклонив голову, можно проехать на лодке в так называемую Заозерную часть пещеры.

Из Центрального грота можно попасть в грот Колизей, напоминающий арену цирка со сводом-куполом, гладким полом и Малым озером у самой стены. Дальше находится продолговатый грот Смелых с большими осыпями и глыбами камня на полу. За ним идут небольшой заваленный камнями грот Грозный, грот Геологов, с каменным, как в старинных зданиях, полом, составленным из правильных плоских плит. Еще несколько небольших гротов выводят нас в уже знакомый грот Данте и прежним путем через тоннель — на земную поверхность.

Оригинальной особенностью Кунгурской пещеры являются так называемые органнотрубы. Вода неустанно просачивается по щелям и скважинам в горе и постепенно размывает вертикальные проходы разных диаметров. Несколько слившихся вместе органнотруб составляют своеобразный, с высоким конусообразным потолком, маленький Готический грот, приютившийся на возвышении рядом с гротом Дружбы народов.

Самая большая органнотруба находится в Эфирном гроте. Диаметр ее около 3,5 метра, высота — 50 метров. В гротах пещеры можно увидеть недалеко от органнотруб кучи земли и обломки камня, а среди них стволы, сучья и листья деревьев, провалившихся сюда, вероятно, с вершины Ледяной горы.



Кристаллы льда из Бриллиантового грота

Многие из органичных труб можно наблюдать только снизу. В одних из них можно видеть потолок пещеры. В других, очень длинных, потолок теряется во тьме. Над некоторыми «трубами» вода промыла новые гроты, и теперь можно проследить их верхний и нижний конец. По внутренним, изъеденным стенам органичных труб медленно, капля за каплей, скатывается вода.

Обвалы — нередкое явление в Кунгурской пещере. Иногда они сопровождаются слабыми землетрясениями. Последний большой обвал произошел в 1928 году; из-за него на время были прекращены исследовательские работы в пещере.

Обвалы происходят главным образом в начале лета, после того как бурные весенние воды реки Сылвы и Ирени проникнут в глубь пещеры. Весной бывает наводнение, многие гроты затопляются, а озера соединяются подземными протоками. В результате размывания гротов происходят обвалы, загромождающие проходы в пещере.

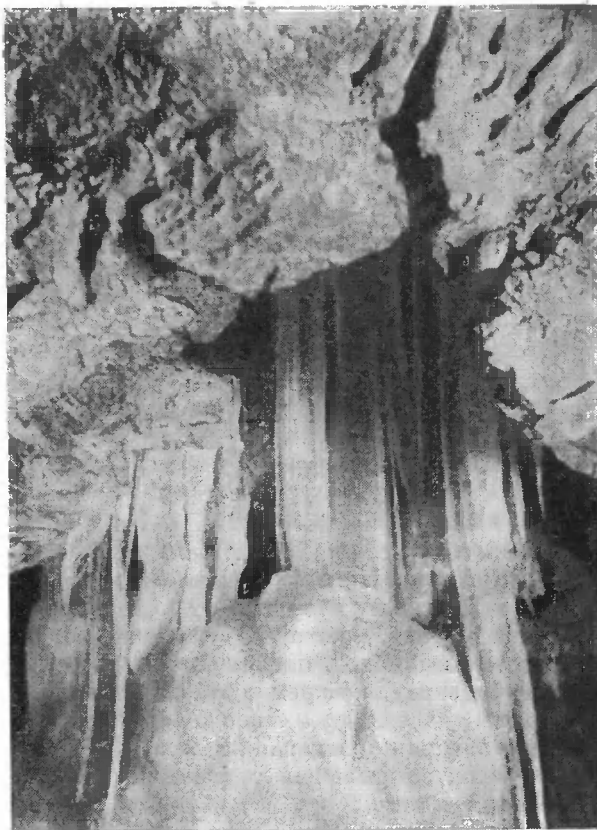
Кунгурская пещера состоит из четырех этажей. Наиболее обширны гроты второго этажа. Иногда высокие гроты второго этажа сливаются с гротами третьего. В некоторых гротах, если ударить по полу палкой, раздается звук пустоты — там находится неисследованный первый этаж пещеры, который еще формируется, размывается подземными водами.

Верхний этаж — самый древний — уже заполнен осыпями, обломками при обрушении свода пещеры, а также рыхлыми отложениями с поверхности земли.

За сравнительно короткий период времени пещера непрестанно меняет свой облик.

Академик И. И. Лепехин, исследовавший пещеры в 1770 году, сообщает, что «нашли мы отверстие в оную (т. е. пещеру) весьма малое...»¹.

Зоолог М. Я. Киттары, посетивший пещеру в 1848 году, рассказывает, что проводники в течение 6 часов вырубали лед, закрывший вход в нее. Они прорубили узкий, длинный и круглый коридор, напоминавший трубу. Пробраться через эту обледеневшую трубу, не более одного аршина в диаметре, было весьма затруднительно. «К счастью», — пишет М. Я. Киттары, — кому-то пришла мысль, привязав веревки к концам довольно



Ледяной натек и сталактиты в гроте Полярном

длинного лубка, продергивать на нем сквозь проход поочередно каждого. И мысль эта оказалась при исполнении совершенно практической»¹.

Минералог и кристаллограф Е. С. Федоров, побывавший в пещере в 1883 году, сообщает следующее: «Мой почтенный дедушка, перешедший в девятый десяток своей жизни, говорил мне, что, когда он был мальчиком, старики говорили, будто в прежнее время в пещеру можно было въезжать верхом»². Во времена Федорова вход в пещеру был очень узок: его или загромождали камни обвалов, или он весь зарастал льдом.

¹ Проф. М. Я. Киттары. Ледяная пещера в окрестностях Кунгура, Журнал министерства внутренних дел, СПб., 1848, ч. 22, стр. 57—381.

² Проф. Е. С. Федоров. Заметка о кунгурских пещерах, Материалы для геологии России, СПб., 1883, т. XI, стр. 227.

¹ И. И. Лепехин. Там же, стр. 225.



Большое озеро в гроте Дружбы народов

В 1905 году профессор Н. И. Каракаш¹, а в 1913 году геолог П. Н. Каптерев², описывая Кунгурскую пещеру, свидетельствуют, что вход в пещеру очень узок, но о быстром нарастании льда, который бы приходилось ежедневно вырубать, они ничего не говорят. Вход в пещеру в то время, очевидно, не был затянут слоем льда. Арендаторы — рыбо- и мясоторговцы — сохраняли в ней рыбу и мясо. Вход закрывался дверью с огромным висячим замком.

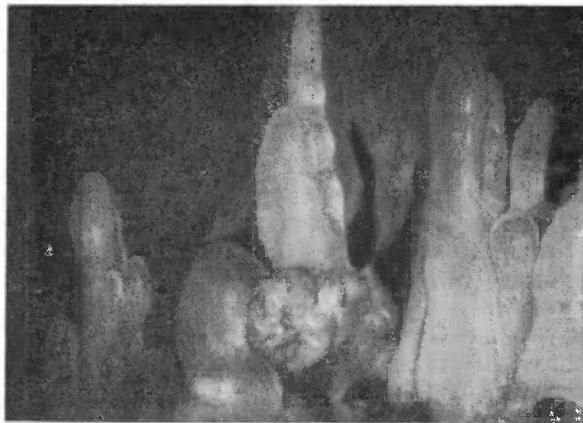
В настоящее время Кунгурскую пещеру посещают многочисленные экскурсии студентов, туристов, геологов. В пещеру пробит новый, более удобный вход. В знаменитый Бриллиантовый грот можно пройти, выпрямившись во весь рост, уже не надо передвигаться на корточках между покрытыми грязью обледенелыми камнями. А в самой пещере не приходится перескакивать по скользким камням, погруженным в воду, рискуя оступиться и полететь в пропасть или застрять ногой в узком отверстии. Озера, пропасти и трещины ограждены каменными барьерами, кое-где возведены каменные стены. Переходы к тому или иному гроту перенесены на другие более удобные и безопасные пути. В недалеком будущем намечена электрификация пещеры.

В Кунгурской пещере ведется системати-

ческая научно-исследовательская работа. Оборудовано 60 гидрометеорологических постов. В пещеру нередко отправляются научные экспедиции.

В 1927 году Косинская биологическая станция занималась изучением фауны пещеры. Подземные животные весьма своеобразны. Зрение у них или наполовину, или совсем утрачено, но зато сильно развит слух и органы осязания — усики, щупальцы, присоски. Обнаруженные в Большом озере Кунгурской пещеры рачки-кранговиксы очень сходны с мормышами, которых рыболовы применяют как приманку при ужении рыбы. Подземные мормыши имеют совершенно прозрачное, разделенное на сегменты тело, с бесцветной кровью. Несколько пар ножек расщеплены на концах, как у ракообразных. Дыхание совершается через особые придатки — трубочки, находящиеся на грудных плавательных ножках. Характерной особенностью их являются длинные усики, служащие органом осязания. Рачки слепы. Глаза их прикрыты складкой кожи.

В 1928 году экспедиция Государственного гидрологического института при помощи точных приборов изучала температуру и характер увлажнения воздуха в пещере, изучался также и лед в пещере, составлено описание ледяных кристаллов. Выяснено, что причиной сохранения вечных льдов в пещере является циркуляция воздуха в ней, резко изменяющаяся в различные времена года. Зимой наблюдается тяга в пещеру холодного воздуха, плотного, тяжелого, стре-



Сталагмиты в Крестовом гроте

¹ Проф. Н. И. Каракаш. Кунгурская Ледяная пещера на Урале, 1905.

² П. Н. Каптерев. О некоторых пещерах Пермской и Казанской губерний, «Землеведение», Москва, 1913, кн. 1—2, стр. 69—177.

мещающегося опуститься на дно. Летом, наоборот, холодный воздух выходит из пещеры.

Карстовые явления окрестностей Кунгура изучались геологами и гидрологами в связи с проектированием Камской гидроэлектростанции. Особое внимание было обращено на изучение Кунгурской пещеры. Составлен новый большой план, на который были нанесены и гроты Заозерной части пещеры. (Первый план пещеры был составлен профессором М. Я. Киттары в 1848 году).

Кунгурская пещера некогда была руслом подземной реки. Некоторые ученые держались мнения, что с этой рекой сообщались воды реки Сылвы и ее притока — реки Шаквы. Были поставлены водомерные посты на озерах Кунгурской пещеры, а также на реках Ирени и Шакве. Выяснилось, что в настоящее время воды Шаквы не сообщаются с озерами пещеры. Что касается рек Сылвы и Ирени, то уровень воды в подземных озерах зависит от повышения или понижения воды в этих реках.

Спелеология — наука, изучающая подземные пустоты, образовавшиеся в результате размывания пород почвенными водами, в настоящее время приобретает большое значение.

В нашу замечательную эпоху происходят грандиозные стройки новых городов,



В гроте Данте. Каменный медведь

сооружаются плотины, гидроэлектростанции, водохранилища. Проектировщики должны учитывать карстовые процессы данной местности, которые могут вызвать оседание почвы под сооружениями, утечку воды из каналов и водохранилищ, затопление шахт и другие явления. Такие случаи не раз регистрировались в зарубежных странах. У нас в Союзе для успешного строительства прежде всего детально исследуются карстовые явления и разрабатываются меры борьбы с ними.



СОЛНЕЧНЫЙ ТЕЛЕСКОП АСТРОНОМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Строительство солнечного телескопа Астрономической обсерватории Ленинградского университета имени А. А. Жданова началось в 1946 году. В настоящее время телескоп вступил в строй и используется для регулярного наблюдения Солнца.

Астрономические наблюдения звезд проводятся обычно при помощи телескопов, следующих в своем движении за движением светил.

Большая яркость Солнца и его значительные угловые размеры (диаметр Солнца на небе виден под углом, равным приблизительно 30 минутам дуги) позволили построить для его наблюдения особые «солнечные» приборы. Таким особым прибором является, в частности, целостат. При помощи целостата лучи Солнца, перемещающегося по небесному своду, направляются по строго определенному постоянному пути. Целостат состоит из двух зеркал. Одно из этих зеркал — так называемое зеркало целостата — вращается со

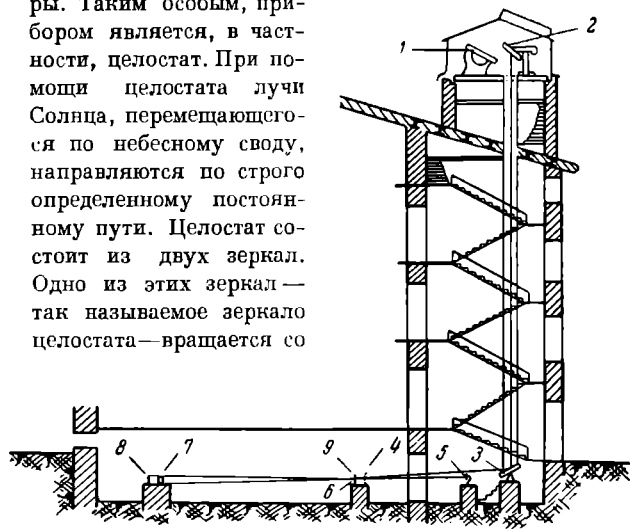


Рис. 1. Схематический разрез солнечного телескопа Астрономической обсерватории Ленинградского университета имени А. А. Жданова

скоростью один оборот в 48 часов. Отражение от этого зеркала компенсирует суточное движение Солнца. Для того чтобы компенсировать изменение высоты Солнца над горизонтом в течение года, используется второе — дополнительное — зеркало. Обычно отраженные лучи от дополнительного зеркала направляются горизонтально или вертикально на объектив или зеркало телескопа. Последние будут строить изображение Солнца в фокальной плоскости, где может быть установлен прибор для изучения Солнца (спектрограф, фотографическая камера и т. п.).

Солнечный телескоп обсерватории Ленинградского университета состоит из прецизионного целостата (т. е. целостата, в котором зеркало вращается с высокой точностью), вогнутого зеркала, строящего изображение Солнца, и автоколлимационного спектрографа¹ с дифракционной решеткой. Схематический разрез телескопа и ход лучей в нем приведены на рисунке 1.

Солнечные лучи, отразившись от зеркала целостата 1 и дополнительного зеркала 2 (свободные отверстия пирексовых алюминированных зеркал равны 300 миллиметрам), направляются вертикально в подвальное помещение здания. Весьма важный вопрос о помещении для телескопа был разрешен следующим образом. Мы воспользовались тем обстоятельством, что одна из астрономических башен нашей обсерватории расположена над лестничной

¹ Автоколлимационный спектрограф — спектрограф, в котором объектив, превращающий падающий на спектрограф пучок лучей в параллельный, служит одновременно объективом фотографической камеры или другого прибора, регистрирующего спектр.

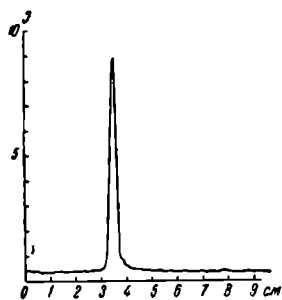


Рис. 2. График фотоэлектрической записи спектра в области зеленой линии ртути (λ4358,35 Å)

клеткой, между маршами которой имеется пролет в 50 сантиметров. Этот пролет был использован для прохода светового пучка. В подвале, отразившись еще раз от плоского зеркала 3, солнечные лучи попадают на вогнутое зеркало 4, диаметром 200 миллиметров и фокусным расстоянием 5 метров, которое строит изображение Солнца, диаметром около 50 миллиметров, вблизи своей оптической оси (фокус Ломоносова).

Введение дополнительного плоского зеркала 5 объясняется невозможностью расположить спектрограф вправо от вогнутого зеркала 4.

В фокусе зеркала 4 находится щель автоколлимационного спектрографа 6. Световой пучок, пройдя щель и коллиматорный объектив 7, диаметром 175 миллиметров и фокусным расстоянием 2,5 метра, попадает на дифракционную решетку 8. Отразившись от решетки, часть светового пучка снова попадает в объектив 7, который и строит изображение спектра 9 в плоскости щели 6 в семи сантиметрах от нее по высоте.

В телескопе имеется возможность получить изображение Солнца диаметром 260 миллиметров путем перехода к кассегреновской комбинации зеркал. Кассегреновская комбинация зеркал состоит в следующем. Перед фокусом основного вогнутого зеркала вводится выпуклое зеркало. Отраженные лучи от вогнутого зеркала попадают на выпуклое, отразившись от которого они сходятся в фокусе под меньшим углом. Это равноценно увеличению фокусного расстояния, что связано с увеличением изображения.

Соответственно двум диаметрам изображения Солнца — 50 и 260 миллиметров — спектрограф может работать с двумя объективами (фокусное расстояние 2,5 и 8,5 метра). При таких фокусных расстояниях объективов спектрографа ливейная дисперсия в пер-

вом порядке получается $6,6 \frac{\text{Å}}{\text{мм}}$ и $1,96 \frac{\text{Å}}{\text{мм}}$ соответственно, так что расстояние между компонентами двойной линии натрия (λ 5895,9 и λ 5889,9) составляет соответственно 0,9 и 3,1 миллиметра. Дифракционная решетка с рабочей поверхностью 75×65 миллиметров имеет 600 штрихов на миллиметр.

Следует отметить большой успех нашей отечественной промышленности, достигнутый в изготовлении дифракционных решеток. Как известно, основной недостаток дифракционных решеток состоит в том, что они дают много (до 10 процентов и более) рассеянного света в виде ложных линий («духов»), симметрично расположенных относительно основной линии. Перед специалистами по изготовлению дифракционных решеток стояла задача устранить этот существенный недостаток. Задача эта была успешно решена. В нашей дифракционной решетке интенсивность ложных линий в первом порядке составляет около 0,1 процента от интенсивности основной линии. На рисунке 2 представлен график фотоэлектрической записи спектра в области зеленой линии ртути. Как видно из графика, «духи» линии практически отсутствуют. Правда, наблюдается небольшая асимметрия в линии.

Из помех, с которыми приходится иметь дело при спектрофотометрических наблюдениях на солнечных телескопах, для нашего телескопа существенным может быть дрожание изображения Солнца,

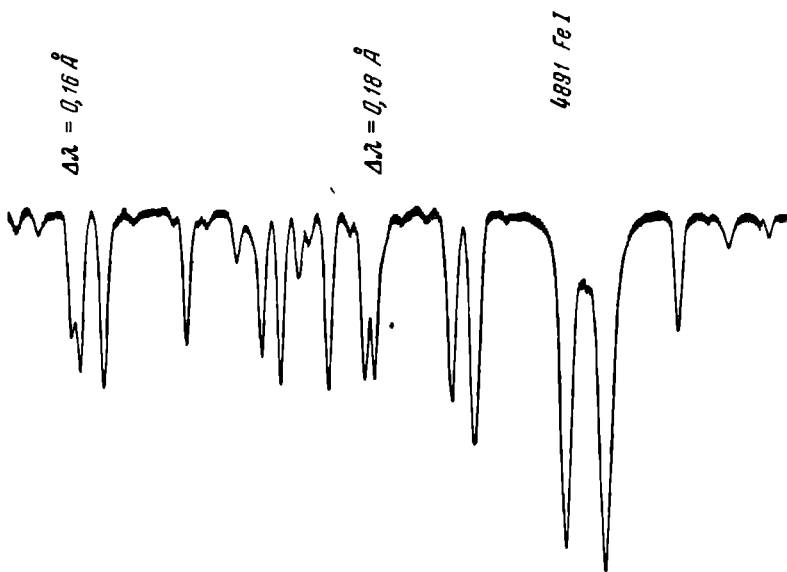


Рис. 3. Микрофотограмма участка солнечного спектра

поскольку обсерватория расположена в городе. Качество изображения зависит от спокойствия земной атмосферы и от дрожания всех составных частей телескопа. Предполагается, что качество оптики телескопа удовлетворяет техническим требованиям.

Чтобы устранить первую причину, следует выбирать для наблюдений безветренные дни и стараться не получать спектров в часы плохих изображений. Для устранения влияния второй причины нами приняты следующие меры. В нашем телескопе прецизионный целостат и дополнительное зеркало установлены на массивной железобетонной плите (см. рис. 1). Эта массивная плита, весом около двух тонн, покоится на резиновых амортизаторах. Этим в значительной мере устраняется влияние вибрации здания на целостат. Остальные составные части телескопа расположены на каменных столбах в подвале здания. В результате принятых мер дрожание изображения сравнительно невелико и не превышает 2—4 секунд дуги. Такое дрожание вполне позволяет проводить наблюдения сравнительно мелких деталей солнечной поверхности. Кроме того, через окуляр, находящийся в кассете, имеется возможность следить, насколько хорошо изображение детали удерживается на щели спектрографа, и, следовательно, прекращать экспонирование, как только изображение начнет портиться или уходить со щели.

На рисунке 3 приведена увеличенная микро-

фотограмма солнечного спектра в области λ 4896 Å. На этой микрофотограмме видны разрешенными линии с разностью длин волн в 0,15 Å, что указывает на вполне удовлетворительное качество снимков.

Телескоп успешно употребляется для решения ряда задач физики Солнца. Спектр звезд принято характеризовать так называемым спектральным типом, который определяется в основном температурой звездной атмосферы. Значительный интерес представляет поэтому тщательное определение спектрального типа Солнца и солнечных пятен, продолжающее многочисленным уже имеющиеся работы.

Для решения поставленной задачи за истекший наблюдательный сезон нами было получено более 200 спектрограмм Солнца и солнечных пятен по всей видимой области спектра. Почти все полученные спектрограммы относятся к одному сравнительно большому пятну, которое было видно на диске Солнца между 13 и 16 сентября 1951 года. Часть этих спектрограмм была обработана спектрофотометрическим путем. В результате этой работы спектральный тип Солнца был определен как G2, а пятна как G8 (в системе Моунт-Вилсон).

Полученные значения спектральных типов для пятна и Солнца указывают на отсутствие больших систематических ошибок в наших определениях, так как визуальные оценки спектрального типа пятна приводили к значениям K0.

С. С. Журавлев
Ленинградский государственный университет
имени А. А. Жданова

О РАЗРЕШАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ФОТОГРАФИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА

Одним из наиболее существенных свойств фотографического материала является его разрешающая способность, т. е. способность воспроизводить весьма тонкие детали изображения. Недостаточная величина разрешающей способности часто ограничивает возможность применения фотографического материала. Особенно важна высокая разрешающая способность для материалов, применяемых в малоформатной фотографии.

Разрешающую способность принято характеризовать максимальным числом штрихов на один миллиметр, которое фотографический материал способен воспроизводить раздельно при самой выгодной экспозиции. Определение разрешающей способности обычно производится при помощи особой таблицы, или *м и р ы*, состоящей из нескольких групп штрихов разной ширины, разделенных промежутками той же ширины. Подобную *миру* фото-

графируют сильным уменьшением на испытуемом фотографическом материале при помощи специально подобранного объектива хорошего качества, обладающего высокой разрешающей силой. Рассматривая под микроскопом уменьшенное фотографическое изображение *миры*, определяют ширину наименьшего разрешаемого штриха.

Чем же определяется величина разрешающей способности фотографического материала?

Как известно, фотографический слой представляет собой совокупность кристалликов галогенного серебра («эмульсионных кристаллов»), окруженных желатиной. Если бы подобная среда не рассеивала света, то разрешающая способность фотографического материала определялась бы в основном средним размером эмульсионного кристалла.

Действительно, если размер эмульсионного кристалла таков, что на его поверхности умещаются

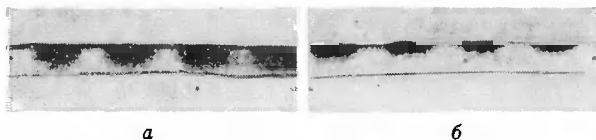


Рис. 1. Микросрезы проявленного фотографического слоя с изображениями группы штрихов, полученными под действием видимых (а) и ультрафиолетовых (б) лучей

два соседних штриха, то, как само собой очевидно, подобные штрихи не будут переданы раздельно, так как эмульсионный кристалл всегда проявляется как одно целое. Средний размер эмульсионных кристаллов современных фотоматериалов колеблется в пределах от одного микрона до двух десятых микрона. Отсюда предельное число разрешаемых штрихов могло бы быть от 500 до 2500 штрихов на миллиметр.

Однако в действительности разрешающая способность современных фотоматериалов (если не касаться некоторых специальных типов) колеблется от 70 до 150 штрихов на миллиметр, т. е. значительно ниже ожидаемой. Это объясняется тем, что показатель преломления кристалла галоидного серебра значительно отличается от показателя преломления окружающего его желатина и потому фотографический слой рассеивает свет. Из-за рассеяния света фотографическое изображение узкого штриха будет выходить за пределы оптического изображения, образуя так называемый диффузный ореол и заполняя промежутки между штрихами. Величина диффузного ореола будет зависеть, однако, не только от рассеяния, но и от поглощения света кристалликами галоидного серебра: она будет тем меньше, чем сильнее свет поглощается. В результате разрешающая способность будет тем больше, чем сильнее фотографический слой поглощает свет и чем меньше он его рассеивает. Так как рассеяние и поглощение фотографическим слоем излучений разных длин волн различно, то следует ожидать, что и разрешающая способность фотографического слоя будет зависеть от длины волны действующего света.

Известно, что поглощение света кристаллами галоидного серебра сильно возрастает при переходе из видимой области спектра в ультрафиолетовую. Это приводит к тому, что изображение, получаемое под действием ультрафиолетовых лучей, сосредоточивается в верхней части эмульсионного слоя, в то время как изображение, получаемое под действием видимых лучей, слабо поглощаемых галоидным серебром, распределяется по всей толщине слоя. Последнее наглядно иллюстрирует рисунок 1, на

котором приведены микросрезы проявленного фотографического слоя вместе с изображениями групп штрихов, полученных под действием видимых (а) и ультрафиолетовых (б) лучей.

Сильное поглощение ультрафиолетовых лучей приводит к значительному увеличению разрешающей способности фотоматериала при фотографировании в ультрафиолетовых лучах по сравнению с разрешающей способностью при фотографировании в видимых лучах. В таблице 1 приведены экспериментальные данные о разрешающей способности фотографических материалов при фотографировании в ультрафиолетовых и видимых лучах.

Таблица 1

Фотографический материал	Разрешающая способность R (мм ⁻¹)				
	синие лучи 436 мμ	ультрафиолетовые лучи			
		365 мμ	313 мμ	270 мμ	253 мμ
Диапозитивные пластинки, ГУКПП	120	200	200	200	200
Позитивная пленка, ГУКПП	80	160	160	180	180
Спектральные пластинки, АГФА	70	120	120		
Пленка Микрат, ГУКПП	125	170			
Кинонегатив В, ГУКПП	75	105			
Кинонегатив МЗ, ГУКПП	80	120			
Репродукционные пластинки, ГУКПП . . .	120	180			

Из таблицы видно, что разрешающая способность всех фотографических материалов действительно сильно возрастает (в 1,5—2 раза) при фотографировании в ультрафиолетовых лучах. На этом обстоятельстве основано, в частности, применение ультрафиолетовых лучей при записи звука.

Перейдем теперь к зависимости разрешающей способности от длины волны в видимой области спектра.

Поглощение в видимых лучей фотографическим слоем сравнительно невелико, соответственно этому рассеяние значительно. В этом случае зависимость разрешающей способности от длины волны будет определяться зависимостью рассеяния света от длины волны.

На рисунке 2 приведены кривые спектрального хода рассеяния света фотографическими слоями¹,

¹ О методике этих измерений смотри статью И. И. Брейдо и П. Х. Прусс. Журнал технической физики, т. XXII, 1952, стр. 515.

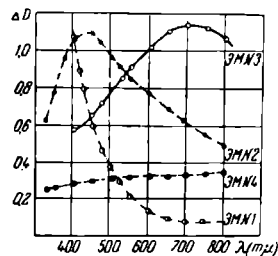


Рис. 2. Кривые спектрального хода рассеяния света фотографияческими слоями, содержащими кристаллы галоидного серебра разной степени дисперсности (эмульсия № 1 — размеры кристаллов галоидного серебра меньше $0,1 \mu^2$, эмульсия № 2 — около $0,3 \mu^2$, эмульсия № 3 — около $0,5 \mu^2$, эмульсия № 4 — около $1,5 \mu^2$)

содержащими кристаллы галоидного серебра разной степени дисперсности. Из рисунка видно, что фотографияческие слои с мелкими эмульсионными кристаллами рассеивают преимущественно синие лучи. С увеличением размеров кристаллов максимум спектральных кривых рассеяния перемещается из синей части спектра в красную. При размерах кристаллов больше $1 \mu^2$ рассеяние не зависит от длины волны. Соответственно этому можно ожидать, что с увеличением длины волны действующего излучения

разрешающая способность мелкозернистых слоев будет расти, а крупнозернистых — падать (или оставаться неизменной для слоев с размерами кристаллов больше $1 \mu^2$).

В таблице 2 приведены экспериментальные данные о разрешающей способности сенсibilизованных фотографияческих материалов при фотографировании в разных зонах видимого спектра.

Мы видим, что у мелкозернистых слоев разрешающая способность при действии синих лучей ($\lambda = 436 \text{ м}\mu$) оказывается значительно меньшей, чем при действии лучей, соответствующих области оптической сенсibilизации ($\lambda = 546 \text{ м}\mu, 577 \text{ м}\mu$, более $600 \text{ м}\mu$). Напротив, у крупнозернистых

Таблица 2

Фотографияческий материал	Разрешающая способность R (м.м. ⁻¹)			
	синие лучи 436 мμ	зеленые лучи 546 мμ	желтые лучи 577 мμ	оранжево-красные лучи >600 мμ
Мелкозернистые слои				
Пленка Микрат, пров.з. ГУКПП	120	155	170	185
Пластины Микрат, пров.з. ГУКПП (ортохроматические)	130	220	—	—
Пленка Изопан FF, АГФА	120	145	155	—
Крупнозернистые слои				
Крупнозернистая пленка, пров.з. ГУКПП	75	—	40	40
Кинонегатив В, пров.з. ГУКПП	75	75	75	—
Пленка Ультранид, АГФА	60	50	50	—

слоев разрешающая способность при действии синих лучей оказывается более высокой. Как ясно из предыдущего, это естественно объясняется тем, что мелкозернистые слои сильнее рассеивают синие, а крупнозернистые — красные лучи.

Таким образом, опытные данные подтверждают высказанную точку зрения о том, что зависимость разрешающей способности от длины волны определяется в основном спектральным ходом поглощения и рассеяния света фотографияческими слоями.

И. И. Брейдо
Кандидат физико-математических наук,
П. Х. Прусс

ГУМИНОВЫЕ КИСЛОТЫ ИСКОПАЕМЫХ УГЛЕЙ

Гуминовые кислоты чрезвычайно широко распространены в природе. Они входят в состав торфов, ископаемых углей и почв и образуются при различных химических реакциях, например, при выветривании органического материала в природных условиях, при консервировании растительных тканей (по В. П. Филатову) и при саморазогревании зерна в элеваторах. В естественном процессе углеобразования гуминовым кислотам принадлежит первостепенная роль. Образовавшись из

отмерших растительных остатков в результате длительных процессов, они в дальнейшем претерпевают значительные изменения и превращаются в еще более сложные вещества бурых и каменных углей, разнообразных по своим химическим и технологическим свойствам. Чрезвычайно велика роль гуминовых кислот в геохимии земной коры. Различные элементы, благодаря растворимости или нерастворимости их гуматов, могут концентрироваться или, наоборот, рассеиваться при

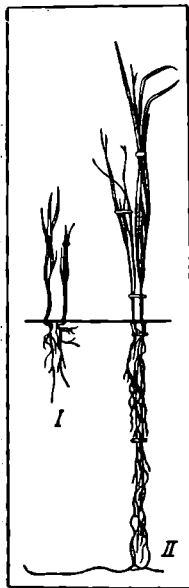


Рис. 1. Влияние гуминовых кислот на развитие ячменя. Питательная среда: I — вода; II — гумат натрия

помощи подземных вод. Горные породы при действии гуминовых кислот претерпевают своеобразный процесс выветривания.

Гуминовые кислоты обладают целым рядом интересных свойств, имеющих практическое значение. Так, они создают структуру почвы, улучшая их обменную способность и влагоемкость, а также непосредственно воздействуют на растения, стимулируя их рост. На рисунке 1 наглядно показано влияние небольшой дозы гуминовых кислот на развитие ячменя (по Л.Л. Христовой). Обладая защитными коллоидными свойствами, гуминовые кислоты оказывают стабилизирующее действие на глинистые растворы, вследствие чего щелочные растворы торфов и углей, содержащие гуминовые кислоты, применяются при бурении нефтяных скважин. Благодаря наличию

активных групп и высокоразвитой поверхности, гуминовые кислоты являются хорошими сорбентами (поглотителями). На этом основано применение торфов, углей и их сульфированных препаратов в качестве ионообменивающих материалов (ионитов).

В известных дозах гуминовые кислоты являются антисептиками и могут применяться, в частности, для заживления дефектов кожных покровов у животных. Они обладают также дубящими и красящими свойствами.

Гуминовые кислоты были известны еще в середине XVIII века. С тех пор шаг за шагом раскрывалась их своеобразная природа. Но все же и до настоящего времени мы не имеем полного представления о структуре их молекулы и о характере изменений, происходящих в них в течение геологических периодов. Обычные методы органической химии не могли быть использованы полностью для выяснения природы этих аморфных нерастворимых высокомолекулярных соединений именно из-за чрезвычайной их сложности.

За последние годы, в связи с бурным развитием в нашей стране всех отраслей знания, особенно новых методов исследования природных высокомолекулярных соединений, были достигнуты значительные успехи в исследовании природы гуминовых

кислот ископаемых углей. Полученные результаты позволяют по-новому осветить их структуру, происхождение, процессы перехода в более сложное нейтральное вещество ископаемых углей.

В своем сообщении, касающемся только гуминовых кислот ископаемых углей, мы пользуемся принятым большинством углехимиков подразделением Одена, несмотря на очевидную его условность. Согласно этому подразделению, гуминовые кислоты разделяются на растворимые в воде фульвокислоты, растворимые в спирте — гиматомелановые, и нерастворимые ни в воде, ни в спирте — гумусовые. Гиматомелановые и фульвокислоты изучены еще недостаточно, и мы их не будем касаться, а остановимся на гумусовых кислотах. Между этими тремя типами гуминовых кислот имеется связь, и они большей частью сопутствуют друг другу. Вследствие того, что гиматомелановые и фульвокислоты более просты по структуре, их можно рассматривать как генетический предшественник более сложных гумусовых кислот, образующихся из отмерших растительных остатков, или, наоборот, как продукты окислительного или восстановительного распада гумусовых кислот, склонных, как и всякие высокомолекулярные соединения, к упрощению молекулы. Вопрос этот еще недостаточно выяснен углехимиками.

Гумусовые кислоты представляют собой аморфные порошки коричневого цвета, глубина окраски которых увеличивается со степенью зрелости исходного твердого топлива. Удельный вес их колеблется от 1,33 до 1,44 и закономерно увеличивается с углублением процесса углеобразования. Гумусовые кислоты обладают высокоразвитой поверхностью. Они склонны к набуханию в некоторых жидкостях, особенно в воде, пиридине, спирте и других. При рассмотрении гумусовых кислот в электронном микроскопе при увеличении в 12 тысяч раз (исследования Э. Ю. Золотаревской) видно, что они состоят из мельчайших частичек, величина которых лежит на пределе разрешающей силы микроскопа (около 0,1 миллимикрона). Эти частички соединены в цепочки, вся масса которых образует сплошную сетку. На электрономикроскопических фотографиях (рис. 2, I, II, III) видно, что гумусовые кислоты твердых топлив различных стадий углеобразования имеют одинаковую форму агрегации частиц. На всех стадиях структура сохраняет рыхлый характер, свойственный типичным аморфным веществам. Различие заключается в степени агрегации частиц, возрастающей с углублением процесса углеобразования.

Рентгенографическое исследование методом порошков показывает, что гумусовые кислоты различ-

ных твердых топлив дают рентгеновские снимки (дебаграммы), с одним или двумя размытыми максимумами интерференции, характерные для аморфных веществ. С углублением процесса углеобразования на дебаграмме возникают новые максимумы, которые становятся все более отчетливыми при переходе от образцов низшей стадии углеобразования к образцам высшей стадии. При расшифровке данных рентгеновского анализа можно сделать вывод о том, что вещество гумусовых кислот неоднородно. В молекуле, наряду с упорядоченной частью, содержится неупорядоченная. В процессе углеобразования соотношение между ними изменяется в сторону прогрессивного увеличения упорядоченной части.

Гумусовые кислоты растворяются в водных растворах щелочей и солей щелочных металлов. Щелочные растворы гумусовых кислот имеют коричнево-бурый цвет. С углублением процесса углеобразования глубина и тон окраски раствора заметно усиливаются. Например, коэффициент ослабления света (т. е. способность поглощать свет) различных гуматов натрия настолько характерен, что по нему можно определять стадию углеобразования исходного твердого топлива (рис. 3). Щелочные растворы сохраняются долго; вязкость их при низких концентрациях гумусовых кислот близка к вязкости воды. Поверхностное натяжение щелочных растворов гумусовых кислот также близко к поверхностному натяжению воды.

При подкислении растворов, а также при добавлении солей щелочноземельных металлов, гумусовые кислоты осаждаются. В генетическом ряду торфов, бурых углей и выветрелых каменных наиболее устойчивыми к коагулирующему действию электролитов и наиболее высокодисперсными являются гумусовые кислоты торфов, наименее — гу-

мусовые кислоты выветрелых каменных углей.

Химические свойства гумусовых кислот чрезвычайно разнообразны. Они содержат карбоксильные, карбонильные и метоксильные группы, фенольные и спиртовые гидроксилы. Имеются указания на наличие энольных групп, хиноидных группировок, ангидридных и эфирных связей, а также циклически-связанных кислорода, азота и серы. Определение всех этих групп в такой сложной молекуле чрезвычайно трудно из-за отсутствия удовлетворительных методик. Оно осложняется также взаимными переходами групп друг в друга, вследствие чего один и тот же элемент может определяться в различных формах. В качестве примера можно привести таутомерный (взаимный) переход карбонильных групп и фенольных гидроксильных друг в друга.

Гумусовые кислоты различных твердых топлив значительно отличаются одна от другой по элементарному составу и содержанию функциональных групп. Содержание водорода в них закономерно возрастает с углублением процесса углеобразования. Содержание углерода, а также суммарное содержание кислорода, азота и серы понижается (рис. 4). Гумусовые кислоты окисленных и выветрелых углей отличаются пониженным содержанием водорода. С углублением процесса углеобразования содержание карбоксильных групп, фенольных гидроксильных и метоксильных закономерно понижается и, вместе с тем, увеличивается степень сложности основного ядра гумусовых кислот.

В литературе описано достаточно экспериментальных данных, чтобы характер основного ядра молекулы гумусовых кислот считать ароматическим. При окислении их перманганатом калия образуются различные бензолкарбоновые кислоты, а при гидро-

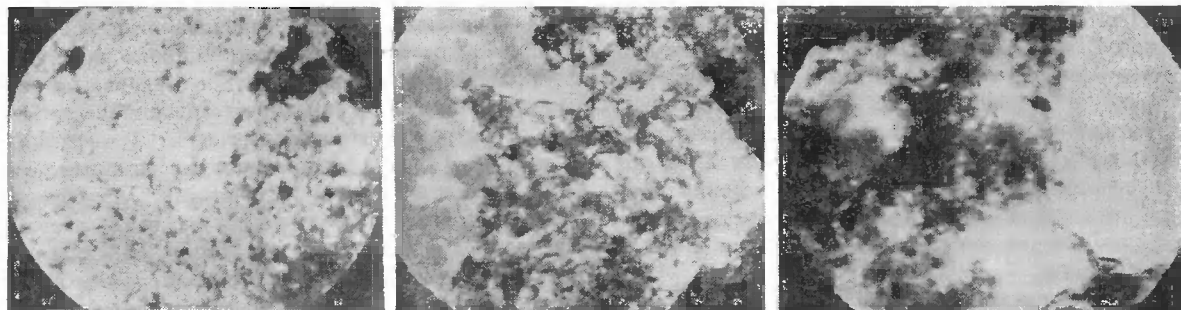


Рис. 2. Электронномикроскопические фотографии гумусовых кислот: I — землистого бурого угля; II — блестящего бурого угля; III — выветрелого каменного угля

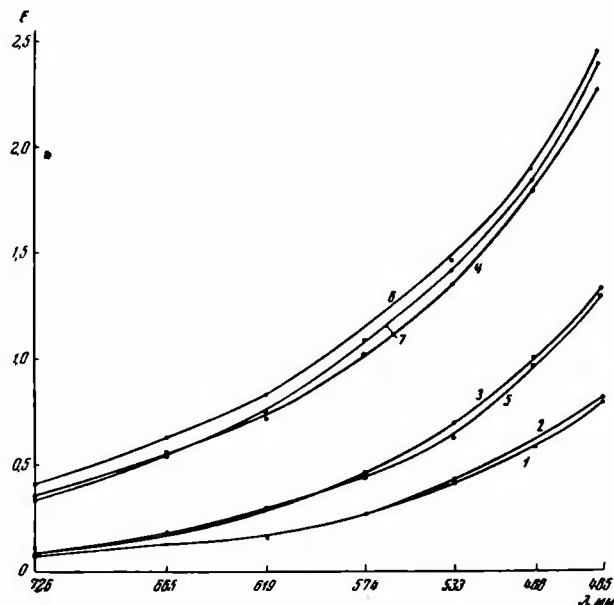


Рис. 3. Коэффициент ослабления света гуматами натрия различных твердых топлив: 1 — гумифицированная древесина дуба; 2 — торф; 3, 5 — земляные угли; 4, 6, 7 — выветрелые каменные угли

генизации и сухой перегонке нейтральные масла ароматической и гидроароматической природы, основания, фенолы, жирные и ароматические карбоновые кислоты. При щелочной плавке гумусовых кислот образуется пирокатехин, протокатеховая кислота, азотистые основания, содержащие азот в гетероцикле.

Углеводороды, выделенные нами из продуктов гидрогенизации гумусовых кислот, имели, по данным кольцевого анализа, от 1 до 3 колец на молекулу и содержали от 32 до 43 весовых процентов колец по отношению к боковым цепям. При этом степень конденсированности колец закономерно возрастает с углублением процесса углеобразования; возрастает также содержание колец по отношению к боковым цепям. Эти результаты подтверждают данные рентгеновского анализа о прогрессивном возрастании упорядоченной части в молекуле гуминовых кислот. Упорядоченную часть молекулы гуминовых кислот представляют, по-видимому, плоские гексагональные углеродные сетки ароматического ядра, а неупорядоченную — совокупность боковых цепей и активных групп, связанных с ароматическим ядром.

В результате исследования реакции гумусовых кислот с металлическим натрием в жидком аммиаке было показано наличие простых эфирных связей в их молекуле. При переходе от образцов низшей стадии углеобразования к образцам высшей стадии

в молекуле гумусовых кислот уменьшается относительное содержание эфирных связей.

В литературе известны две структурные формулы гумусовых кислот. В основе формулы Фукса лежит бензопирен с непосредственно присоединенными к нему функциональными группами. Другая известная в литературе формула Драгунова, Желоховцевой и Стрелковой, в противоположность формуле Фукса, указывает на линейное построение молекулы, в основе которой лежит бензолное кольцо. Однако обе формулы не подтверждаются данными рентгеноструктурного анализа и противоречат ряду других экспериментальных данных, например, составу продуктов гидрогенизации и сухой перегонки, среди которых обнаружены конденсированные циклические соединения и соединения с открытой цепью углеродных атомов.

Из приведенного выше беглого обзора следует, что основные структурные единицы гумусовых кислот представляют собой более или менее конденсированные ароматические системы, имеющие боковые цепи и функциональные группы в ядре и боковых цепях. Конденсированные системы включают также кислород-, азот- и серусодержащие гетероциклы. Те же элементы входят и в состав боковых цепей. Основные структурные единицы гумусовых кислот, даже одного и того же происхождения, неоднородны, поэтому их можно рассматривать как гетерополиконденсаты (более сложные соединения, чем обычные полимеры). Связь между основными структурными единицами осуществляется при помощи простых эфирных, а также может быть ацетальных связей. На основании ряда таких свойств гумусовых кислот как характер вязкости, склон-

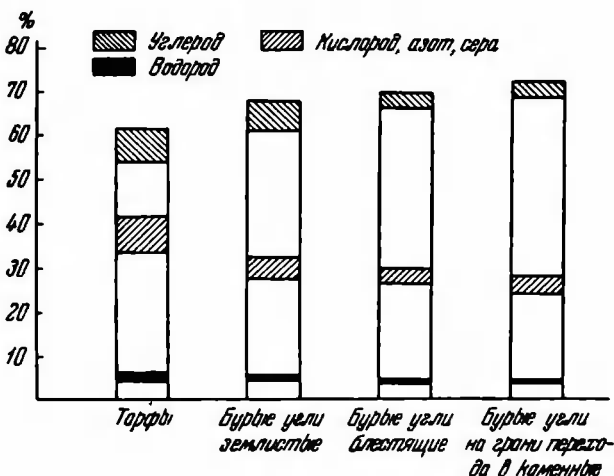


Рис. 4. Элементарный состав гуминовых кислот различных стадий углеобразования

ность к набуханию, пермутитные свойства, неспособность растворяться в органических растворителях и плавиться без разрыва химических связей и т. д., расположение структурных единиц в пространстве принимается нами двухмерным или, возможно, трехмерным.

До сих пор остается нерешенным вопрос о молекулярном весе гумусовых кислот. При вычислениях из экспериментальных данных исследователи обычно недостаточно обоснованно принимают молекулярный вес, равный 1200—1400, найденный Фуком для нитропроизводных гумусовых кислот. Имеются данные, с одной стороны, указывающие на значительно большие молекулярные веса — 4000—26000, найденные по осмотическому давлению щелочного раствора при учете состояния распределения, а с другой — на значительно меньшие молекулярные веса — от 290 до 350, полученные при криоскопическом определении производных фенолов.

Приведенный обзор показывает значительное разнообразие свойств гумусовых кислот, которое определяется характером исходного материала твердых топлив, а также характером и интенсивностью претерпеваемых им изменений. По составу гуминовых кислот и совокупности их свойств можно судить о глубине превращения отмерших растительных остатков и о направлении, в каком протекали процессы изменения органической массы твердого горючего ископаемого. В результате проведенных исследований состава значительного числа гумусовых кислот нами впервые были предложены основы их генетической классификации¹.

Каковы же современные представления о возможных путях образования гуминовой структуры в природе? В настоящее время мы располагаем данными, достаточными для того, чтобы образование гуминовых веществ считать результатом происшедшего, вследствие ограниченного доступа воздуха, постепенного окисления и бактериального изменения всех органических веществ, входящих в состав растений, а не только лигнина или клетчатки.

Рассмотрение природы входящих в состав растений химических соединений и их реакций показывает, что глубоким заблуждением было считать, как это делали Фукс, Фишер, Шрадер и их последователи, будто углеводы, белки и другие вещества расщепляются в результате бактериальной деятельности до простых соединений, удаляемых из сферы реакции, и в процессе образования углей не участвуют. Наоборот, при бактериальном распаде многие вещества, избегая полного разложения, дают

продукты неполного распада и продукты изменения в телах микроорганизмов, которые вступают во взаимодействие друг с другом, стремясь образовать специфическую форму углеродистых соединений, способных более противостоять указанным воздействиям, — гуминовые кислоты.

Деятельность микроорганизмов является главным фактором гумусообразования; она обуславливает распад остатков отмерших растений и, видимо, синтез гуминовых кислот. Но она не исключает в некоторых случаях образования гуминовых кислот и химическим путем, как, например, при выветривании. Гуминовые кислоты в данном случае могут образоваться в результате длительного изменения, связанного с окислительным распадом исходного материала или с глубокими его структурными изменениями.

Наука об углях не решила окончательно вопроса о том, какие же изменения претерпевает молекула гумусовых кислот при образовании нейтрального, еще более сложного вещества бурых и каменных углей. Известно, что органическое вещество бурых и каменных углей неоднородно и состоит из веществ группы витрена, фюзена и группы кутиновых веществ, значительно различающихся по химическому составу. Мы не располагаем пока достоверными данными о том, какая часть органического вещества углей образовалась за счет гуминовых кислот, но условно принимаем генетическую связь между витренизированной (блестящей) и гуминовыми кислотами. Не исключена возможность, что фюзенизированная (волоконистая) часть могла образоваться из гуминовых кислот, но в результате иных процессов. Кутиновые вещества представляют весьма устойчивую часть растений, которая переходит в угли без существенных изменений.

Изучение состава нейтрального вещества бурых углей, состоящего преимущественно из соединений группы витрена, и сравнение его с составом входящих в те же угли гумусовых кислот показало, что при переходе последних в нейтральное вещество увеличивается их частичный вес и уменьшается содержание активных групп. Степень конденсированности ароматических ядер при этом резко не увеличивается.

Однако не выяснено, в результате действия каких факторов происходит превращение гуминовых кислот в нейтральное, более сложное вещество углей. Действие высоких давлений вызывает значительные изменения в их составе, но в несколько ином направлении, чем требует изменение их состава при углефикации. Действие температуры также не может привести к тем изменениям, которые характерны в данном случае. Наконец, отмечалась возможность изменения состава гуминовых кислот под влиянием бактерий, однако до сих пор совершенно не освещен

¹ Г. А. Куларенко. Исследование в области гуминовых кислот. Труды ИГи АН СССР, т. II, стр. 208, Изд-во АН СССР, 1950.

характер этих изменений. Есть лишь предположение, что изученные микроорганизмы отщепляют боковые цепи, не разрушая ядра. Расшифровка процессов, происходящих при превращении гуминовых кислот в нейтральное вещество бурых, а затем каменных углей, требует учета совокупности всех действующих факторов, так как ни один из них, взятый в отдельности, не может обусловить изменений в составе гуминовых кислот, которые в действительности происходят в природе.

Таким образом, если рассматривать ископаемые угли как ряд последовательных ступеней единого процесса превращения отмерших растительных остатков, то полученные результаты можно изложить следующим образом. Гуминовые кислоты, как более устойчивые к действию бактерий и умеренному окислению, образуются в результате различных процессов, характерные особенности которых зависят от условий гумусообразования (состав растений, характер микрофлоры, обводненность, доступ воздуха). Продукты распада различной химической природы, взаимодействуя между собой, приводят к образованию гуминовых кислот. На начальной торфяной стадии накапливаются гуминовые кислоты и в основном завершается их образование. Выход гуминовых кислот возрастает от нуля до 50 процентов (рис. 5). Уже на стадии торфа гуминовые кислоты различаются между собой по содержанию функциональных групп и, в известной мере, по степени сложности ароматического ядра. На стадии бурых углей увеличивается степень конденсированности ядер гуминовых кислот и уменьшается содержание кислородсодержащих функциональных групп, а также величины и количества боковых цепей. Одновременно на стадии бурых углей гуминовые кислоты превращаются за счет реакций активных групп в нейтральные вещества, количество их уменьшается до полного исчезновения (на стадии каменных углей). В каменных углях, вследствие процессов выветривания, гуминовые кислоты являются вторичными образованиями.

Изложенный материал, полученный за последнее время советскими углехимиками, со всей очевидностью показывает, что гуминовые кислоты не представляют собой индивидуальных соединений, а группу веществ, объединенных некоторым общим принципом строения молекулы, но вместе с тем значительно отличающихся друг от друга в зависимости от происхождения. Различия в составе и свойствах гуминовых кислот, относящихся к различным стадиям процесса углеобразования, позволяют судить о типе угля или торфа, из которого они

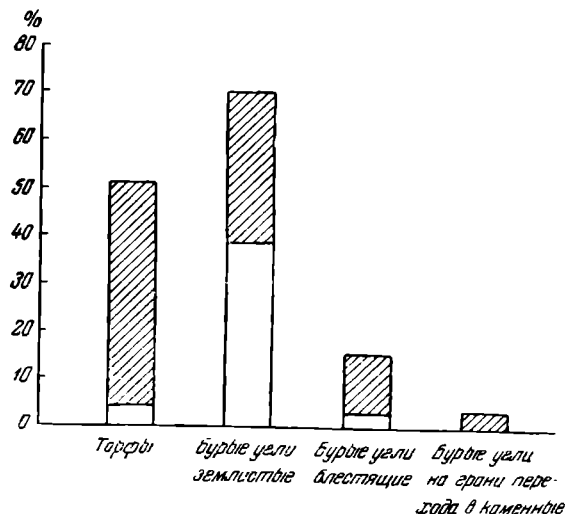


Рис. 5. Содержание гумусовых кислот в твердых топливах различных стадий углеобразования

выделены, а также о возможности течения окислительных процессов при формировании месторождения. Характер изменения структуры гуминовых кислот в процессе углеобразования подтверждает высказанный еще М. В. Ломоносовым и принятый советскими углехимиками взгляд, что различные угли представляют собой различные стадии единого процесса превращения органической массы отмерших растительных остатков. Проведенные исследования подтверждают также принятый советскими углехимиками взгляд на образование гуминовых кислот, а следовательно, и ископаемых углей, из всех веществ разнообразной химической природы, входящих в состав растений; этот взгляд опровергает высказанные ранее зарубежными исследователями односторонние взгляды об образовании углей из клетчатки или лигнина. Кроме того, более полное и глубокое познание строения молекулы и свойств гуминовых кислот — важнейшей составляющей различных углей и торфов — позволяет более полно познать и природу последних, следовательно, более сознательно использовать их как химическое сырье. Знание особенностей строения и свойств гуминовых кислот различного происхождения даст возможность рациональнее развивать различные технологические процессы, основанные на применении гуминовых кислот, как, например, производство поглотителей, органических удобрений, препаратов, понижающих вязкость глинистых растворов при бурении, медицинских препаратов и прочее.

Т. А. Кухаренко

Кандидат химических наук

Институт горючих ископаемых Академии наук СССР

БИОХИМИЯ ХЛЕБА

Хлебопекарное производство представляет собой, в сущности, одну из отраслей биохимической промышленности. Поэтому естественно, что развитие советского мукомолья и хлебопечения на строго научных основах сопровождалось энергичным развитием биохимических исследований сырья, муки и процессов, происходящих при изготовлении хлеба. В разработке биохимических основ развития советской хлебопекарной промышленности важную роль сыграли исследования академика А. И. Опарина и его сотрудников.

Общезвестно, что советское зерно — лучшее в мире. Высокие мукомольно-хлебопекарные качества наших отечественных сортов пшеницы и ржи зависят, прежде всего, от высокого содержания в них белковых веществ и от высокого качества белков клейковины. Клейковина — это белковый комплекс, отмываемый водой из пшеничной муки в виде упругого студня. Образующие клейковину белки, набухая в воде при изготовлении теста, задерживают углекислый газ, выделяющийся в процессе брожения теста. Таким образом, от количества белков и от их физических свойств зависят объем хлеба и его пористость. Как показали исследования советских биохимиков, физические свойства белков клейковины зависят, в свою очередь, от ряда факторов: от активности содержащихся в зерне протеолитических ферментов (веществ белковой природы, катализирующих расщепление белков на более простые соединения), от «атакуемости» белков клейковины этими протеолитическими ферментами и от содержания в муке веществ, активирующих действие протеолитических ферментов.

Обычно активность протеолитических ферментов в зерне весьма невелика. Поэтому в процессе приготовления теста протеолитические ферменты не могут разрушить белки клейковины и вызвать таким образом ухудшение физических свойств теста и готового хлеба.

Нежелательно высокой активностью протеолитических ферментов характеризуется зерно, пораженное при созревании клопами-черепашками. Некоторые образцы муки отличаются высокой атакуемостью белков протеолитическими ферментами. Из такой муки получается плохой хлеб, так как даже малоактивные протеолитические ферменты муки и прибавляемые в тесто дрожжи чрезвычайно быстро расщепляют и разрушают весьма легко поддающиеся действию ферментов белки клейковины. Наконец, при невысокой протеолитической активности муки и низкой атакуемости ее белков, клей-

ковина все же может легко разрушаться вследствие повышенного содержания в тесте активаторов протеолитических ферментов. Таким активатором является, например, глутатион — вещество, представляющее собой соединение остатков трех аминокислот: гликокола, глутаминовой кислоты и цистеина. Особенно большие количества глутатиона содержатся в зародыше зерна и в дрожжах. Именно поэтому прибавление к тесту дрожжевого отара вызывает чрезвычайно сильное активирование протеолитических ферментов, приводящее к катастрофическому разрушению белков клейковины, распылению теста и резкому ухудшению качества готового хлеба. Подобное же действие оказывают на тесто недостаточно свежие дрожжи, содержащие повышенное количество глутатиона. При этом необходимо отметить, что ухудшающее действие глутатиона можно устранить, если добавить в дрожжи ничтожное количество бромата калия KBrO_3 . Из рисунка 1 видно, что хлеб, выпеченный на дрожжах, содержащих повышенное количество глутатиона (слева), сильно расплылся; в середине помещен хлеб, приготовленный на дрожжах с нормальным содержанием глутатиона, а справа — на дрожжах со значительным содержанием глутатиона, к которым добавлен бромат калия. В последнем случае налицо улучшающее действие бромата.

Наряду с протеолитическими ферментами очень важную роль при приготовлении теста играют также ферменты, катализирующие расщепление крахмала с образованием сахара. Сахар, необходимый для жизнедеятельности дрожжей, содержится в муке лишь в небольшом количестве (около 2—2,5 процента). Этого количества сахара хватает дрожжам только на самых первых фазах брожения теста. Вот тут-то и выступает на сцену фермент амилаза, который расщепляет содержащийся в тесте крахмал с образованием сахара мальтозы; мальтоза легко сбраживается дрожжами. Благодаря действию амилазы, в тесте имеется достаточное количество сахара, вполне обеспечивающее дрожжи необходимым для них питанием. Если амилаза муки недостаточно активна, то дрожжи не образуют необходимого количества углекислого газа, тесто недостаточно разрыхляется, и хлеб получается плохой, низкий, с плотным, малопористым мякишем. Вместе с тем, получается слишком бледная корка. Именно поэтому мука со слабой амилазой получила у хлебопеков название «крепкой на жар».

Таким образом, хлебопекарные качества зерна определяются не только и не столько содержанием

в нем крахмала, белков и других веществ, а, главным образом, действием ферментов и факторами, от которых зависит активность ферментов, содержащихся в зерне, муке и тесте.

Биохимические особенности зерна — содержание в нем белков, активность ферментов, атакуемость крахмала и белков клейковины ферментами — зависят прежде всего от типа обмена веществ, свойственного данному сорту пшеницы или ржи, сложившемуся под влиянием определенного комплекса условий внешней среды.

Путем селекции, основанной на принципах, разработанных И. В. Мичуриным, в сочетании с передовыми агротехническими методами, советские селекционеры ведут большую работу по выведению новых высокоурожайных сортов пшеницы и ржи. Работа селекционера по выведению и оценке новых сортов хлебных культур должна быть теснейшим образом связана с работой биохимика и технолога.

Значение этой связи особенно возрастает в настоящее время, когда выводятся новые сорта хлебных культур.

Хлебопекарные качества зерна могут быть существенно улучшены уже на мельнице. Как показала практика работы крупнейших мельниц, например, комбината имени А. Д. Цюрупы в Москве и комбината имени С. М. Кирова в Ленинграде, биохимические свойства и хлебопекарные качества получаемой муки могут быть значительно улучшены путем смешивания пшеницы различного качества, а также путем ее кондиционирования¹.

Весьма существенно, что смешивание пшеницы различного качества перед помолотом не всегда приводит к простому суммированию свойств исходных компонентов смеси, а может давать значительно лучшие результаты, чем каждый из них в отдельности. Так, например, при смешивании в определенной пропорции твердой стекловидной пшеницы с мягкой мучнистой, качество клейковины и хлебопекарная оценка получающейся смеси значительно превосходят средние расчетные величины.

Кондиционирование зерна заключается в увлажнении его до определенного процента или же в увлажнении его и последующей обработке теплом. Последний способ, называемый горячим кондиционированием, особенно улучшает качество муки.

Под влиянием влаги и тепла в зародыше зерна усиливается активность ферментов, которые оказывают определенное воздействие на крахмал и белки клейковины, в результате чего хлебопекарные качества улучшаются. Вместе с тем, путем кондиционирования зерну придают желательные физические свойства, способствующие наилучшему отделению оболочек и зародыша зерна от его мучнистого тела (эндосперма), служащего источником высших сортов муки. Так, правильно применяя кондиционирование, можно повысить выход муки высших сортов и вместе с тем улучшить ее хлебопекарные качества.

Весьма важно, чтобы дальнейшее усовершенствование процесса кондиционирования и создание новых типов кондиционеров проводились в тесном содружестве инженеров-технологов и биохимиков.

Иногда зерно, поступающее на мельницу, имеет те или иные дефекты, сильно сказывающиеся на качестве муки и хлеба. К дефектному зерну относится горькополынное и «морозобойное» зерно, а также зерно пшеницы, пораженное клопами-черепашками.

Горькополынное зерно характеризуется горьким привкусом и специфическим запахом, свойственным полынью. Горький привкус придает зерну гликозид абсинтин, содержащийся в соцветиях и листьях полыни, попадающих иногда при уборке в массу зерна; полынный запах обусловлен эфирным маслом. Исследование свойств абсинтина показало, что он легко растворяется в воде, особенно теплой. Наилучшим методом удаления горечи из горькополынного зерна служит промывание его теплой водой в специальных машинах в процессе подготовки к помолу, при этом удаляется также и эфирное масло.

«Морозобойное» или «зяблое» зерно пшеницы появляется в отдельные годы в Сибири в результате ранних морозов, повреждающих зерно на корню. Установлено, что наиболее характерными особенностями морозобойного зерна являются повышенная активность амилазы и низкое качество клейковины. Клейковина морозобойного зерна обладает плохой растяжимостью и крошится. Амилаза зерна, поврежденного морозом, отличается от амилазы нормального зерна не только своей большей активностью, но и характером действия на крахмал. В тесте, приготовленном из муки, полученной из морозобойного зерна, амилаза расщепляет крахмал,



Рис. 1. Хлеб, выпеченный на дрожжах, с различным содержанием глютамина

¹ Кондиционированием называется придание какому-нибудь объекту определенных качеств, необходимых для его использования.

причем образуются, главным образом, высокомолекулярные углеводы — декстрины и в сравнительно небольшом количестве — мальтоза. Образующиеся декстрины придают мякишу хлеба плохую структуру, липкость и неприятный солодовый привкус.

Исследования показали, что свойства амилазы морозобойного зерна зависят от того, что в нем, наряду с характерной для нормального зерна β -амилазой, присутствует также фермент α -амилаза, который расщепляет крахмал, образуя главным образом декстрины.

Установлено, что главным источником α -амилазы в муке из морозобойного зерна служат щуплые зерна, наиболее сильно поврежденные морозом. Поэтому отбор «щупляка» в зерноочистительном отделении мельницы позволяет улучшить качество муки, получаемой из морозобойного зерна. Изучение свойств α -амилазы показало, что активность этого фермента значительно снижается при подкислении теста. Поэтому, если готовить тесто на заквасках, обеспечивающих накопление в нем молочной кислоты, то для действия α -амилазы создаются худшие условия и качество хлеба улучшается.

Поражение зерна пшеницы клопами-черепашками приводит к резкому ухудшению хлебопекарных качеств муки. Мука из такого зерна дает расплывающееся тесто, из которого нельзя получить хороший хлеб. Исследования показали, что, накапливая созревающее зерно, клопы-черепашки впускают в него выделения своих слюнных желез, содержащие чрезвычайно активный протеолитический фермент. Этот фермент растворяет белки клейковины. Вместе с тем установлено, что фермент, вносимый в зерно клопами-черепашками, в большинстве случаев со-

держится лишь в той части зерна, в которой был произведен укол. Поврежденная часть зерна отличается своей хрупкостью. Исходя из этого, Всесоюзный институт зерна предложил способ улучшения хлебопекарных качеств поврежденного зерна путем его интенсивной обработки на обочных машинах в зерноочистительном отделении мельницы. При такой обработке поврежденные части зерен, содержащие активный фермент, легко выкрашиваются и поступают в отходы, а качество получаемой муки улучшается.

Особенно эффективным методом улучшения хлебопекарных качеств зерна, пораженного клопами-черепашками, оказалась его гидротермическая обработка. Было установлено, что при одновременном воздействии влаги и повышенной температуры протеолитический фермент, внесенный черепашкой в зерно, подобно любому другому ферменту, теряет свою активность. Одновременно улучшаются физические свойства белков клейковины: она становится более упругой и менее поддается действию фермента. Наиболее эффективным методом гидротермической обработки пораженного зерна оказалось кратковременное воздействие пара; хорошие результаты дает также прогревание предварительно увлажненного зерна при соответствующих температурах.

Опыты, проведенные в производственных условиях под руководством академика А. И. Опарина, показали эффективность гидротермического метода улучшения хлебопекарных качеств зерна, пораженного клопами-черепашками. Эффективность термической обработки зерна, пораженного клопами-черепашками, может быть проиллюстрирована рисунком 2. Вверху изображен хлеб, выпеченный из муки, полученной из зерна, пораженного клопами-черепашками; внизу — хлеб из муки, полученной из того же зерна, но предварительно, перед помолом, подвергнутого термической обработке.

Исследования показали также, что гидротермическая обработка может служить эффективным методом улучшения хлебопекарных качеств просеянного зерна ржи. Таким образом, гидротермическая обработка зерна служит мощным методом улучшения технологических качеств как нормального, так и различных видов неполноценного зерна.

Качество готового хлеба определяется не только его объемом, строением мякиша, характером и цветом корки, но также его вкусом и ароматом. Академик И. П. Павлов постоянно подчеркивал, что нормальная и полезная еда — это еда с аппетитом, еда с наслаждением. Таким образом, аромат и вкус любого пищевого продукта, в том числе хлеба, имеют первостепенное значение.

В своей речи на историческом XIX съезде партии А. И. Микоян охарактеризовал важность борьбы

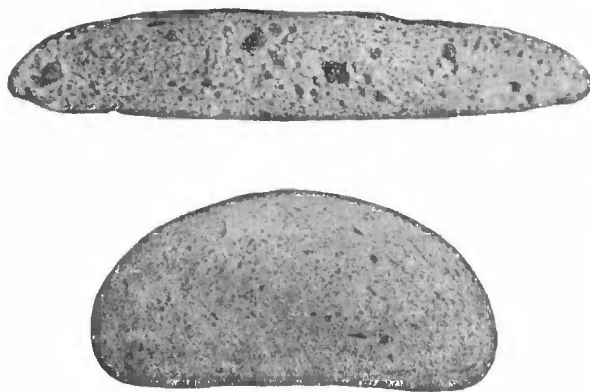


Рис. 2. Вверху — хлеб, выпеченный из муки, полученной из зерна, пораженного клопами-черепашками; внизу — хлеб из муки, полученной из того же зерна, но предварительно, перед помолом, подвергнутого термической обработке

за высокое качество пищевых продуктов:

«Задачи работников хлебопекарной промышленности состоят в том, чтобы во всех городах страны улучшить ассортимент, вкусовые и питательные свойства хлеба и хлебо-булочных изделий и повысить культуру производства до уровня передовых предприятий Москвы и Ленинграда, а в этих городах — сделать дальнейший шаг вперед...

Задача заключается в том, чтобы не только вырабатывать пищевые продукты в больших количествах. Пищевые продукты должны иметь и высокое качество, питательность, привлекательный вид, хороший аромат, развивать вкус и разжигать аппетит, чтобы люди при еде испытывали истинное наслаждение»¹.

Какова же природа веществ, определяющих вкус и аромат хлеба, каковы пути их образования, а следовательно, каковы методы повышения их содержания в хлебе. Исследования, проведенные в Институте биохимии имени А. Н. Баха Академии наук СССР и во Всесоюзном институте хлебопекарной промышленности, показали, что аромат и вкус хлеба определяются сложным комплексом веществ различной химической природы. Среди этих веществ особенно большое значение имеют различные альдегиды, в том числе фурфурол и оксиметилфурфурол.

Аромат хлебной корки в значительной степени зависит от присутствия в ней фурфурола и оксиметилфурфурола. Для аромата мякиша хлеба преобладающее значение имеют другие альдегиды, химическая природа которых в настоящее время изучается.

Источником альдегидов в хлебе служат различные биохимические процессы. Так, при брожении могут образовываться такие вещества, как, например, уксусный альдегид. Альдегиды образуются также при разложении сахаров под действием повышенной температуры и происходящем в процессе выпечки взаимодействии сахаров с белками и аминокислотами. Эта последняя реакция играет первостепенную роль в ряде отраслей пищевой промышленности, в том числе и в хлебопечении.

Установлено, что разложение сахаров — глюкозы, фруктозы и мальтозы — под действием повышенных температур происходит особенно интенсивно в присутствии аминокислот и белков. Именно при этих условиях образуются повышенные количества фурфурола, оксиметилфурфурола и других альдегидов. Это объясняется тем, что при повышен-

ных температурах реакция между аминокислотой и сахаром сопровождается образованием из сахара фурфурола и оксиметилфурфурола, а из аминокислоты — соответственного альдегида, содержащего на один углеродный атом меньше. Так, например, при взаимодействии из широко распространенной в растительных продуктах аминокислоты лейцина образуется изовалериановый альдегид.

Поскольку все образующиеся альдегиды обладают определенным запахом и многие из них легко летучи, естественно, что они играют важнейшую роль в том сложном комплексе веществ, от которого зависит аромат хлеба. Это было показано прямыми опытами. Погонь, получаемые из хлеба в вакууме при пониженной температуре, обладают прекрасным хлебным ароматом. Если к такому погону добавить димедон — вещество, связывающее альдегиды, то характерный аромат погона резко ослабевает.

При повышенной температуре выпечки альдегиды, образующиеся в процессе взаимодействия белков и аминокислот с сахарами, снова вступают в реакцию с белками и аминокислотами, образуя темнокрашенные вещества, называемые меланоидинами. Повидимому, цвет хлебной корки в значительной степени определяется именно меланоидинами, а не только действием фермента тирозиназы.

Наряду с альдегидами, вкус и аромат хлеба зависит от различных органических кислот: молочной, уксусной, масляной и других, а также от сложных эфиров этих кислот со спиртами, образующимися в процессе брожения.

Дальнейшее изучение химической природы ароматических веществ хлеба позволит вплотную подойти к созданию химических улучшителей вкуса и аромата хлеба. На перспективность химической ароматизации пищевых продуктов указывал в свое время Д. И. Менделеев. Касаясь химической природы ароматических веществ, определяющих букет виноградных вин, он писал: «Со временем, конечно, и этот предмет будет хорошо изучен и вероятно приведет к возможности из совершенно чистого спирта и чистых букетов вина воспроизводить напитки, обладающие всеми достоинствами «натуральных вин». (Статья «Виноградное вино», энциклопедический словарь Ф. Брокгауза и И. Ефрона, т. VI. 1892, стр. 449).

В заключение необходимо подчеркнуть, что дальнейшее развитие нашей, самой передовой в мире, хлебопекарной промышленности, внедрение механизации и новейших достижений науки, настоятельно выдвигают вопрос о коренном изменении и усовершенствовании технологии хлебопечения.

Профессор В. Л. К р е т о в и ч

Институт биохимии имени А. Н. Баха Академии наук СССР

¹ А. Микоян. Речь на XIX съезде партии, Госполитиздат, 1953, стр. 7, 13.

НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПРОЦЕССОВ ВОЗБУЖДЕНИЯ И ТОРМОЖЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Классики марксизма-ленинизма учат, что «мышление есть продукт материи, достигшей в своем развитии высокой степени совершенства, а именно, — продукт мозга, а мозг — орган мышления...»¹. «Наше сознание и мышление, каким бы сверхчувственным оно ни казалось, является продуктом вещественного, телесного органа, мозга»².

Академик И. П. Павлов и его ученики доказали, что высшие отделы нервной системы и прежде всего кора больших полушарий головного мозга, осуществляя ведущую роль в регулировании всей деятельности организма, в то же самое время находятся под непрерывным влиянием организма в целом и внешней среды. Любое воздействие на воспринимающие аппараты вызывает прежде всего ответную реакцию нервной системы. В свою очередь эта реакция влияет на функциональное состояние организма. Большие полушария головного мозга — это «орган животного организма, который специализирован на то, чтобы постоянно осуществлять все более и более совершенное уравнивание организма с внешней средой — орган для соответственного и непосредственного реагирования на различнейшие комбинации и колебания явлений внешнего мира, в известной степени специальный орган для непрерывного дальнейшего развития животного организма»³.

Созданное И. П. Павловым новое представление о динамической локализации функций в коре больших полушарий опровергло идеалистические концепции зарубежных авторов. Метод условных рефлексов дал возможность глубоко проникнуть в тончайшие проявления высшей нервной деятельности, позволил не только создавать некоторые патологические состояния центральной нервной системы в форме неврозов и т. д., но и снова восстанавливать нарушенное равновесие. Для выяснения многих физиологических проблем И. П. Павлов считал очень важным изучение химизма физиологических процессов, протекающих в нервной ткани. «Едва ли можно оспаривать, — писал он, — что настоящую теорию всех нервных явлений даст нам только изучение физико-химического процесса, происходящего в нервной ткани и фазы которого дадут нам полное

объяснение всех внешних проявлений нервной деятельности, их последовательности и связи»¹.

Признавая неразрывную связь между функцией и структурой центральной нервной системы, И. П. Павлов допускал возможность возникновения материальных физико-химических сдвигов, изменений процессов обмена веществ в деятельном субстрате головного мозга. Великий физиолог выдвигал эти положения, несмотря на то, что в то время биохимические исследования физиологических процессов головного мозга почти не велись. И в настоящее время, на фоне успехов, достигнутых в изучении физиологии высшей нервной деятельности, обращает на себя внимание крайняя недостаточность экспериментального материала по функциональной биохимии центральной нервной системы. Хотя вопрос о механизме физиологических процессов нервной деятельности привлекает внимание многих исследователей, химические реакции, лежащие в их основе, до сих пор почти не выяснены. Причины этого заключаются в тех особых трудностях, с которыми исследователь сталкивается при биохимическом изучении мозга. Необычайная чувствительность нервных клеток к повреждению, всегда сопровождающему обычные методы анализа, затрудняет изучение химических процессов, лежащих в основе нормальных функций мозга, так как при извлечении и повреждении мозга функциональная деятельность нервной ткани резко нарушается.

Пятнадцать лет тому назад мы сделали попытку определить содержание молочной кислоты в коре больших полушарий головного мозга собак как в нормальном состоянии, так и при раздражении стрихнином. Выяснилось, что если собаке накануне опыта произвести небольшую трепанацию черепной коробки, а на следующий день вскрыть твердую мозговую оболочку и специальной ложечкой брать кусочки мозга, то непривязанное животное не только совершенно спокойно сидит на столе, но даже довольно весело подает экспериментатору лапу. Таким образом, в данных условиях опыта можно было непосредственно исследовать мозговую ткань. Но такой метод требовал для каждого опыта новой собаки, поэтому мы остановились на мелких животных (мышьях и крысах), у которых и вызывали возбуждение центральной нервной системы камфорой.

¹ История ВКП (б). Краткий курс, стр. 107.

² К. Маркс, Ф. Энгельс. Избранные произведения, том II, 1948, стр. 353.

³ И. П. Павлов. Избранные произведения, 1949, стр. 400.

¹ И. П. Павлов. Полное собрание сочинений, том III, кн. 2, 1951, стр. 48.

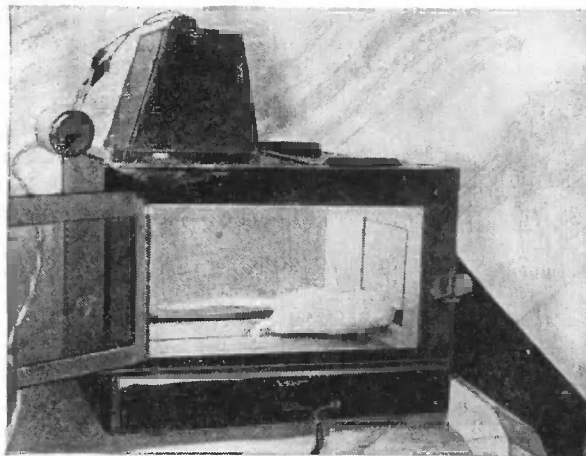
В нужную по ходу опыта стадию возбуждения центральной нервной системы животному отрезали голову, которая падала в жидкий воздух, где быстро замерзала. В больших полушариях головного мозга подошного животного, нервная система которого была сильно возбуждена, мы обнаружили увеличение количества молочной кислоты, свободного аммиака и неорганического фосфора. Когда же состояние возбуждения снималось после введения соответственного количества уретана, или вообще при уретановом наркозе, мы наблюдали обратную картину: содержание молочной кислоты и аммиака оставалось в пределах нормы или было даже несколько ниже нормы.

Весьма заманчиво было выяснить возможность обнаружения биохимических изменений обмена веществ в мозговой ткани при физиологическом условнорефлекторном возбуждении центральной нервной системы. Для этого необходимо было построить специальную камеру-клетку и разработать методику образования условных активно-оборонительных рефлексов у крыс, а также способ фиксации химических изменений в головном мозгу в момент условнорефлекторного возбуждения нервной системы.

Подробное описание камеры-клетки и метода исследования опубликовано нами в предварительном сообщении.

Оказалось, что если нормальную крысу поместить в камеру-клетку, через дно которой при включении проходит электрический ток напряжением в 40—50 вольт, и на секунду включить ток, то в первый момент животное отвечает на раздражение подпрыгиванием и беспорядочным бегом по камере. Затем крыса замечает отверстие в коридор, через которое и выпрыгивает из камеры в подставленный пустой сосуд. Из сосуда животное переносится в обычную клетку. После шести-девяти повторных раздражений у крысы вырабатывается временная связь — условный активно-оборонительный рефлекс.

Натренированное таким образом животное, помещенное в ярко освещенную камеру-клетку, уже без электрического тока, пытается проникнуть в коридор, проявляя признаки сильного возбуждения центральной нервной системы. Условным раздражителем в этом случае является сама ярко освещенная камера-клетка. Если по условиям опыта такое состояние необходимо было prolongировать, то приходилось придерживать поднимаемую крысой заслонку; в определенный момент заслонку переставали прижимать, крыса врывалась в коридор и стремительно выпрыгивала в сосуд, наполненный жидким кислородом, где тотчас замерзала.



Крыса, находящаяся в состоянии условнорефлекторного возбуждения, пытается проникнуть в коридор

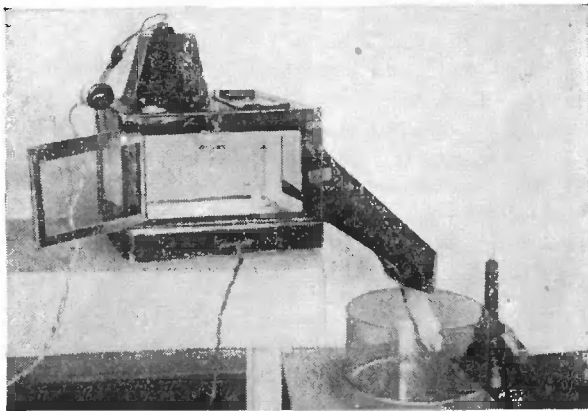
Для иллюстрации представляем фотоснимки некоторых моментов поведения крысы, центральная нервная система которой находится в состоянии условнорефлекторного возбуждения.

На первом снимке можно видеть как животное энергично пытается проникнуть в коридор; на втором — сфотографирован прыжок в подставленный сосуд.

Обращает на себя внимание то, что крыса рвется в коридор при открытой настежь стеклянной дверке, занимающей всю переднюю стенку камеры, через которую она свободно могла бы убежать. Однако, находясь во власти закрепленного условного рефлекса, она старается спастись из камеры именно через коридор.

Описанный метод необычайно прост, но вместе с тем его можно использовать для изучения тех биохимических изменений в головном мозгу, которые обусловлены физиологическим состоянием условнорефлекторного возбуждения центральной нервной системы. Из биохимических компонентов азотистого обмена мозговой ткани мы остановились на исследовании содержания аммиака и глутамина. Следует заметить, что любое возбуждение центральной нервной системы всегда сопровождается некоторым мышечным напряжением, что может сказаться на химическом составе крови и тем самым изменить содержание некоторых веществ в мозгу.

Преобразованный, т. е. выделяющийся из структурных компонентов аммиак, служащий биохимическим показателем функционального состояния центральной нервной системы, выгоден тем, что даже при напряженной мышечной работе количество



Момент прыжка крысы в подставленный сосуд

его в крови во много раз меньше, чем в мозговой ткани. Вместе с тем аммиак, как постоянный продукт азотистого обмена животного организма, представляет собой в высшей степени ядовитое вещество. Организм обладает рядом биохимических систем, устраняющих токсическое действие аммиака. Одной из них является система синтеза глутамина из аммиака и глутаминовой аминокислоты, в большом количестве содержащихся в нервной ткани. В прежних работах, описывающих специальные опыты с крысами и щенками, которым вводились под кожу смертельные дозы хлористого аммония, нам удалось показать, что токсическое действие аммиака устраняется, если одновременно ввести соответствующее количество нейтрализованной глутаминовой кислоты. Тогда животные не погибали, а в их головном мозгу при повышенном уровне аммиака увеличивалось количество глутамина. Синтез глутамина в головном мозгу наблюдается и при возбуждении центральной нервной системы камфорой, что тоже свидетельствует об усиленном образовании и устранении токсически действующего аммиака.

Для исследования биохимических изменений, происходящих в головном мозгу животного, центральная нервная система которого находится в состоянии условнорефлекторного возбуждения, прежде всего необходимо было выяснить, сколько должно длиться возбуждение, чтобы можно было обнаружить биохимические сдвиги.

С этой целью мы произвели несколько серий опытов. Центральная нервная система подвергалась безусловным и условнорефлекторным раздражениям, длившимся от 25 секунд до 10 минут. Сравнивая количество аммиака в больших полушариях головного мозга крыс, находящихся в состоянии условнорефлекторного возбуждения и в мозгу крыс,

находившихся в состоянии относительного покоя, можно было заметить, что в первом случае уровень аммиака значительно повышался и даже больше, чем в соответствующие периоды безусловнорефлекторного раздражения (с 0,79 до 1,55 миллиграмма на 100 граммов ткани). Интересно, что в первые 25 секунд первой минуты условнорефлекторного возбуждения содержание аммиака несколько выше, чем в последующие 35 секунд, когда оно снижается до 1,45 миллиграмма на 100 граммов ткани. Заслуживает внимания, что во время безусловнорефлекторного раздражения центральной нервной системы в течение 60 и 120 секунд количество глутамина в мозгу увеличивается, а содержание аммиака постепенно снижается. Таким образом, при исследовании мозга крыс, находившихся в состоянии относительного покоя и в состоянии возбуждения, обнаруживаются закономерные изменения образования аммиака и глутамина, связанные с функциональным состоянием центральной нервной системы.

Статистическая проверка полученного нами экспериментального материала подтвердила достоверность наблюдавшихся изменений в ходе биохимических процессов образования аммиака и синтеза глутамина в больших полушариях головного мозга. Эти изменения мы считаем возможным объяснить, с одной стороны, состоянием возбуждения центральной нервной системы, с другой — возникновением процессов охранительного торможения на фоне возбуждения. «У корковой клетки, — пишет И. П. Павлов, — есть предел работоспособности, за которым, предупреждая чрезмерное функциональное израсходование ее, выступает торможение... которое можно было бы назвать запредельным»¹.

Запредельное торможение служит ярким примером превращения возбуждения в свою противоположность — торможение. «Является вероятным, — говорит И. П. Павлов, — что раздражение и торможение, так постоянно и тесно переплетающиеся между собой, непрерывно сменяющие друг друга, суть функции нервных клеток, представляя собой только разные фазы физико-химического процесса, происходящего в этих клетках под влиянием многочисленных раздражений, поступающих в них как из внешнего, так и из внутреннего мира, как из всех отделов тела, так и специально из других пунктов полушарий»¹.

¹ И. П. Павлов. Двадцатипятилетний опыт объективного изучения высшей нервной деятельности (поведения) животных, Медгиз, 1951, стр. 387—388.

¹ И. П. Павлов. Лекции о работе больших полушарий головного мозга, Изд-во АН СССР, 1949, стр. 393.

Можно допустить, что в условиях наших опытов, при длительном раздражении на фоне возбуждения центральной нервной системы, развивалось охранительное торможение.

Полученный нами биохимический материал подкрепляется и другим указанием И. П. Павлова. Он считал, что процессу возбуждения вообще свойственно расходование энергетических веществ, состояние же торможения характеризуется усилением восстановительных процессов. Действительно, нам удалось обнаружить усиленный распад аммиак-образующих веществ, накопление аммиака и уменьшение количества глутамина в больших полушариях головного мозга в первые 25 секунд условно-рефлекторного возбуждения центральной нервной системы. То, что избыток образовавшегося аммиака не покрывается уменьшенным количеством глутамина, говорит о распаде не только глутамина, но и других веществ, например, адениловой кислоты и аминокислот. При более длительном раздражении в какой-то момент возникает охранительное торможение, и мы наблюдаем, что содержание глутамина повышается на фоне избытка аммиака.

Последующее уменьшение количества аммиака при раздражении, длящемся 10 минут, повидимому, связано с наступлением новой фазы охранительного торможения, с другой степенью его глубины, сопровождающейся усилением биохимических реакций, необходимых для восстановления нормальной химической структуры корковых клеток.

Несомненно, что та средняя концентрация аммиака, которую мы определяем во всей массе больших полушарий мозга, значительно меньше его местной концентрации в коре больших полушарий и в других центрах головного мозга во время возбуждения. Отсюда следует, что все вещества и факторы, способствующие устранению токсически действующего аммиака, либо предотвращающие его чрезмерное накопление, должны оказывать благоприятное терапевтическое действие при лечении некоторых заболеваний, сопровождающихся взрывами возбуждения центральной нервной системы. Одним из таких веществ может служить глутаминовая кислота, особенно в сочетании с витамином В₁, способствующим синтезу глутамина. Физиологический сон, устраняющий возбуждение центральной нервной системы и тем самым предотвращающий избыточное образование аммиака, следует признать одним из наиболее действенных факторов лечения такого рода заболеваний.

Учение И. П. Павлова об охранительной роли торможения и метод условных рефлексов открывают широкие возможности в области не только теоретической, но и практической медицины. Оно нашло блестящее подтверждение в медицинской практике при лечении функциональных травм головного мозга и нарушений деятельности всех отделов центральной и периферической нервной системы, внутренних органов и всего организма в целом.

*Е. А. Владимирова
Доктор медицинских наук
Институт физиологии имени И. П. Павлова
Академии наук СССР*

БОРЬБА С ПОЛЕГАНИЕМ ХЛЕБНЫХ ЗЛАКОВ НА ТОРФЯНЫХ ПОЧВАХ

Директивы XIX съезда партии по пятилетнему плану развития СССР предусматривают осуществление грандиозных мелиоративных работ в различных районах нашей страны. В первую очередь должны быть осушены болота в Полесской низменности. Из этого огромного болотного массива, общей площадью до 8 миллионов гектаров, на территорию Белоруссии приходится около 4,5 миллиона гектаров.

Мелиорация Полесской низменности позволит дополнительно освоить миллионы гектаров плодородных земель. Передовые колхозы БССР уже теперь получают на торфяно-болотных почвах 35—40 центнеров зерновых культур с гектара. Мелиоративные работы и прежде всего осушение заболоченных

земель даст возможность значительно увеличить валовый сбор различных сельскохозяйственных культур.

Одним из препятствий, мешающих возделыванию хлебных злаков на торфяно-болотных почвах, является их полегание, которому особенно подвержены овес и ячмень. Борьба с полеганием — одна из важнейших составных частей общей задачи повышения валового сбора зерна хлебных злаков.

Полегание хлебных злаков происходит главным образом в период налива и созревания, когда растения под тяжестью колоса и верхней части стебля сильно наклоняются к земле, иногда совсем прилегая к ней. Полеганию часто предшествует искривление



Полегшие растения овса

нижних междоузлий на более ранних фазах развития. Иногда это явление сопровождается изломом стебля, особенно в засушливые годы. Встречаются и другие виды полегания.

В деформированных стеблях полегших растений нарушается нормальное движение транспирационного тока и движение пластических веществ из листьев в осевые органы и корневую систему растения. Вегетативная масса полегших растений повреждается бактериальными и плесневыми организмами. Все это снижает урожай, затрудняет применение механизированных способов уборки и приводит к значительным потерям урожая зерна.

Работами главным образом советских ученых (Н. А. Максимов, Н. С. Петин, И. А. Волков, И. Н. Гальченко и другие) установлено три типа полегания.

Один из них связан с недостаточным развитием тканей, придающих стеблю растения прочность. У злаков такая ткань представляет собой волокнистые клетки с очень прочными и толстыми стенками.

В другом случае полегание наблюдается при недостаточном развитии корневой системы. Из-за слабого сцепления с почвой, под действием силы тяжести верхней части стебля, а также и под действием ветра, корневая система часто выворачивается или вытягивается, что можно наблюдать и на торфяных почвах.

Наконец, третий тип полегания происходит из-за чрезмерного увлажнения почвы в начале вегетационного периода. Это приводит к тому, что в клетках формирующегося стебля создается высокое тургорное¹ давление, которое затем, с наступлением засушливой погоды, резко падает.

¹ Тургор — состояние нормального напряжения ткани, упругость.

Вследствие этого прочность нижних частей стебля также быстро понижается.

Типы полегания растений, распространенные на минеральных почвах, можно наблюдать и на торфяноболотных почвах.

Основными факторами, определяющими устойчивость растений против полегания являются: оптимальный световой режим, минеральное питание, обеспечивающее развитие прочных механических тканей стебля и мощное развитие корневой системы, благоприятный водный режим. Сочетанием всех этих факторов определяется формирование хорошо развитых и устойчивых растений.

Классические труды К. А. Тимирязева об усвоении света растением легли в основу развития работ по исследованию наиболее благоприятного светового режима растений. Средства управления световым режимом значительно сложнее и в значительной мере ограничены по сравнению с средствами управления режимом минерального питания и водным режимом. Однако регулирование светового режима возможно; главнейшими средствами здесь служат различные способы сева, сроки сева и нормы высева.

Размещению растений на площади посева посвящено много трудов отечественных ученых. Изучая различное размещение растений в рядках и расположение междурядий, большинство исследователей отмечает преимущество узкорядного способа сева при более редком стоянии растений в рядках. Эти данные, касающиеся минеральных почв, подтвердились и в отношении почв торфяных.

Исследования институтов мелиорации, водного и болотного хозяйства и биологии Академии наук БССР о световом режиме ячменя и овса на торфяно-болотных почвах дали довольно согласные результаты.

Так, из испытанных способов сева овса на торфяных почвах наиболее благоприятным в отношении урожая и прочности стеблей оказался узкорядный сев (расстояние между рядками — 8 сантиметров). Этот способ обеспечивает наиболее равномерное распределение семян на площади посева. Опыты, проведенные пока еще на небольших делянках, показывают, что еще более благоприятные условия развития растений овса создаются в тех случаях, когда семена размещаются строго равномерно. Растения при таком размещении тогда наиболее полно используют свет, влагу и элементы минерального питания. Условия освещения сказываются и на развитии механических тканей стебля растения. Микрофотографии поперечных срезов стеблей овса, выращенного при раз-

личном световом режиме, показывают, что при лучших условиях освещения механические ткани стеблей растения имеют более толстые стенки и малые внутренние полости клеток. Это в свою очередь согласуется с большей механической прочностью самих стеблей.

Другим важным фактором, способствующим накоплению прочных механических тканей в растении и повышению урожайности зерна, является минеральное питание. Уже довольно давно установлено, что формирование механических тканей тесно связано с калийным и фосфорным питанием. Третий же, важнейший элемент питания—азот в случае избытка вызывает обильное накопление вегетативной массы и недоразвитие механических тканей. Теоретически это понятно, так как калий и фосфор участвуют в построении углеводов, из которых главным образом состоят механические ткани. Многочисленные опыты показали, что внесение фосфорно-калийных удобрений увеличивает урожай зерна и прочность соломы.

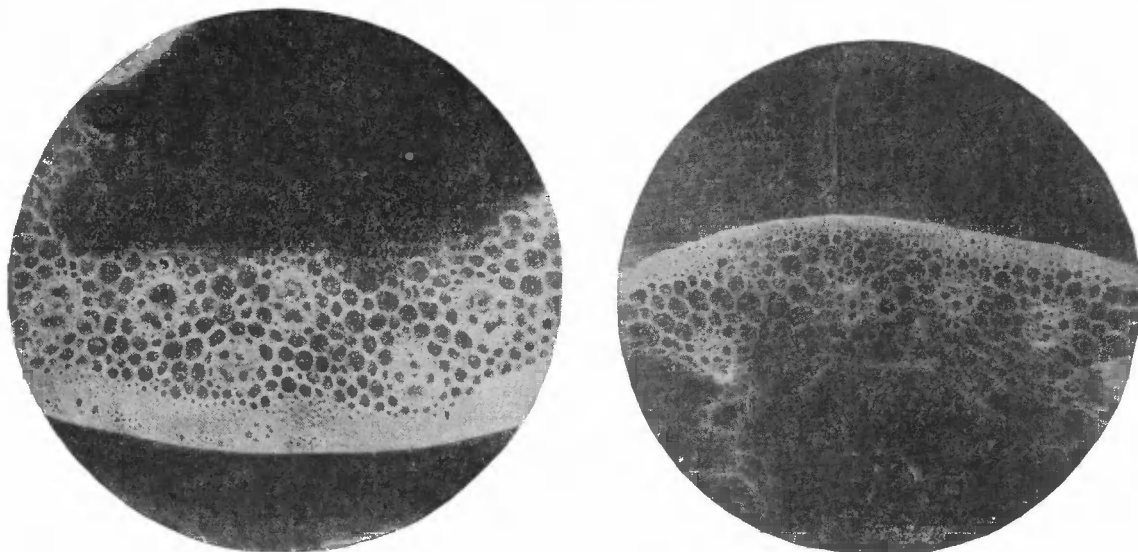
Широкие перспективы открывает новый метод питания растений — внесения удобрений в гранулированном виде. Этот метод позволяет обеспечивать растения тем или иным элементом питания на разных фазах развития, в соответствии с их потребностями. Проведенные в этом направлении на торфяных почвах пока еще немногочисленные опыты показывают, что гранулированные удобрения не

только повышают урожай, при значительно меньших затратах питательных веществ, но и способствуют увеличению прочности стебля. Внесение фосфора и калия, особенно в гранулированном виде, способствует, кроме того, более мощному развитию корневой системы, более глубокому ее прониканию в почву.

Избыток азота в торфяных почвах, как уже упомянуто, уменьшает прочность стеблей хлебных злаков. Он особенно сильно способствует быстрому росту растений при недостаточном образовании механических элементов в начальных фазах развития растений. Чтобы ослабить это действие избытка азота, в Институте мелиорации, водного и болотного хозяйства Академии наук БССР проводились опыты с внесением перед посевом различных микроорганизмов, временно выводящих азот торфяных почв из сферы поступления его в корневую систему. Согласно этим опытам, внесение в торфяную почву с семенами азотобактера, а также азотобактера совместно с триходермой¹ увеличивает урожай зерна овса на 25 процентов и заметно снижает полегаемость.

Третьим фактором, определяющим формирование механических тканей растения и сопротивляемость полеганию, является водный режим в течение ве-

¹ Триходерма — род низших грибов, широко распространенных в почве. Некоторые из них разрушают клетчатку растений.



Микрофотографии поперечных срезов стеблей овса, выращенного при разном световом режиме. Справа — растения выращивались при равномерном посеве по углам квадрата 4×4 сантиметра; слева — то же, по углам квадрата 7×7 сантиметров; на левом рисунке можно наблюдать более сильное развитие механических тканей стебля

гетационного периода. Водный режим торфяных почв изучен главным образом в отношении уровня стояния грунтовых вод на мелиорированных площадях. Из довольно большого числа опытов, проведенных на торфяных почвах в условиях БССР, видно, что снижение уровня грунтовых вод на значительную глубину способствует полеганию растений. Вредным оказывается и чрезмерно высокий уровень стояния этих вод. Оптимальный уровень стояния грунтовых вод в почвах с хорошо разложившимся торфяником соответствует приблизительно 60—70 сантиметрам от поверхности почвы.

Опытами лабораторий физиологии растений Института биологии Академии наук БССР установлено, что болотная вода при длительном заставлении угнетает развитие корневой системы хлебных злаков (овса) не только вследствие уменьшения аэрации, но и в силу неблагоприятного химического состава воды. Прибавление очень малых доз 2—4-дихлорфеноксуксусной кислоты, а также и ее натриевой соли, способствует развитию корневой системы в условиях болотной воды.

Огромное значение в борьбе с полеганием имеет работа селекционеров. Советская селекция уже овладела методом направленного изменения природы растений. Существует немало новых сортов зерновых культур, выведенных мичуринскими методами; эти сорта обладают значительной устойчивостью против полегания. Однако на данном этапе работы, даже и на благоприятных в агротехническом отношении фонах, в условиях обильного урожая, абсолютно устойчивых сортов все еще нет.

На торфяных почвах в условиях БССР наиболее распространены овес «Золотой дождь», ячмень «Винер», яровая пшеница лютеценс 62 и некоторые другие культуры.

Несмотря на достижения в разработке ряда важных вопросов, в целом, проблема борьбы с полеганием все еще остается нерешенной. Только совместными усилиями почвоведов, микробиологов, агротехников, механизаторов, агрохимиков, физиологов и особенно селекционеров эта важнейшая задача советского растениеводства будет успешно решена.

Т. Н. Годнев

Действительный член Академии наук БССР,

В. М. Терентьев

Кандидат биологических наук

АККУМУЛЯТИВНЫЕ ФОРМЫ И ДИНАМИКА БЕРЕГОВ

Геоморфологическое обследование морского побережья позволяет решать различные вопросы динамики берега: наличие и направление потоков береговых наносов, отступление или нарастание берега и т. д. Особое внимание при этом следует уделять созданным морскими волнами аккумулятивными формам, их плановым очертаниям, рельефу

их поверхности и материалу, из которого они сложены.

Аккумулятивные формы являются настоящими формами-индикаторами, указывающими на ход процессов, формирующих берег. Такие формы чрезвычайно широко распространены на побережьях наших морей и озер. Мы останавливаемся лишь на нескольких, наиболее характерных формах-индикаторах на берегах Черного моря, зачастую являющихся только составными элементами более сложных аккумулятивных образований.

Одной из задач изучения динамики берегов является выяснение направления потоков береговых наносов, т. е. перемещения морскими волнами песчано-галечного материала вдоль берегов. Эта задача решается анализом плановых очертаний некоторых аккумулятивных форм.

Аккумулятивный песчаный выступ (рис. 1) образовался потому, что выпешший на дневную поверхность подводный вал защитил небольшой участок берега от воздействия волн. Наносы, перемещаясь вдоль берега и попадая в зону волновой тени, где энергия волн уменьшается, отлагались, наращивая аккумулятивный выступ. Асимметрия плановых очертаний выступа указывает на существование

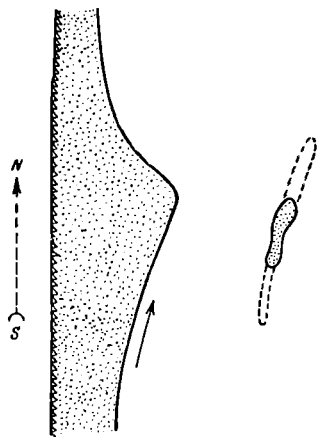


Рис. 1. Песчаный выступ, образовавшийся под защитой прибрежного вала

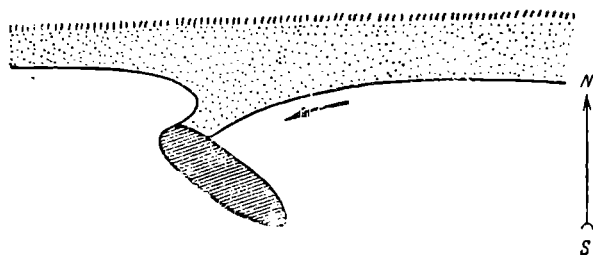


Рис. 2. Томболо - песчаный выступ, причленившийся к берегу затонувшую баржу

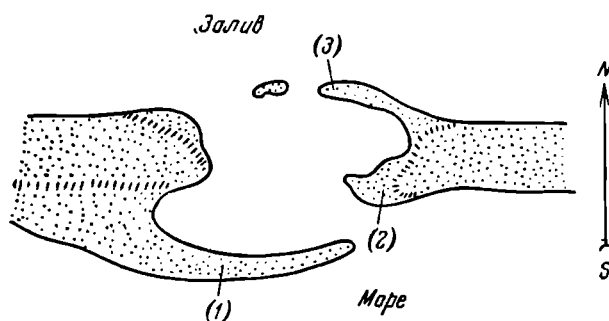


Рис. 3. Небольшие косы одной из протоков Джарылгачской косы: (1) — коса, образованная береговым потоком наносов; (2) — коса, образованная местным потоком наносов; (3) — коса, образованная волнами залива

потока наносов, направленного с юга на север. Подобные аккумулятивные выступы чрезвычайно широко распространены на морских берегах.

Защитное (блокирующее) действие на участки берега могут оказывать прибрежные отмели, подводные валы, острова, мысы, затонувшие недалеко от берега суда и даже небольшие глыбы или камни.

В зависимости от волнового режима, количества наносов и размеров блокирующего элемента аккумулятивный выступ может причлениться к последнему, образуя при этом так называемое «томболо» (рис. 2). У томболо, выросшего по направлению от берега к затонувшей неподалеку барже, асимметрия плановых очертаний и различие в ширине пляжа по обе стороны от него указывают на то, что на данном участке наносы перемещаются с востока на запад. Береговой поток наносов, обходя препятствие (в данном случае баржу и томболо), испытывает торможение. Наносы, выпадающие при торможении, вначале шли на образование томболо, а теперь идут на заполнение входящего угла, образованного берегом и баржей. В результате к востоку от баржи ширина пляжа увеличилась, в то время как к западу

от нее пляж размывает, так как поступление наносов на этот участок уменьшилось.

Направление берегового потока наносов указывают плановые очертания небольших кос, часто встречающихся вблизи устьев рек, у входных мысов заливов и т. п.

Интересны, например, небольшие косы в одной из протоков Джарылгачской косы (рис. 3). Протока почти полностью перегороджена небольшой косой, изогнутой в виде шпору и выросшей в восточном направлении (1), что говорит о наличии берегового потока наносов с запада на восток. Восточный берег протоки защищен косой от волн западного направления и открыт воздействию восточных волн, которые здесь вызвали местный поток наносов, направленный навстречу основному потоку и образовавший маленькую косу (2). Коса (3) образована волнами залива.

Анализ аккумулятивных форм позволяет иногда судить об их относительном возрасте. По своим очертаниям западный берег одной из протоков Джарылгачской косы (рис. 4) напоминает кисть руки.

Джарылгачская коса сложена кварцевым песком с большой примесью ракуши. В то время как на северных, более древних валах, много крупных ракушек *Pecten*, на южных, молодых валах, эти виды представлены небольшим количеством мелких экземпляров. В момент образования самого древнего вала протока уже существовала, так как этот вал мог изогнуться в сторону залива только в том случае, если своим окончанием он уходил в свободное водное пространство. Это указывает на весьма древнее ее происхождение. Протока не прерывает потока наносов, но большой водообмен между заливом и морем, особенно при сгонных и нагонных ветрах, препятствует ее перегораживанию.

Изучение древних береговых валов на поверхности аккумулятивных форм позволяет решать и другие задачи исследования морских берегов. На пересыпи одного из лиманов Черного моря хорошо прослеживаются древние береговые валы, созданные волнами лимана, — это подтверждается наличием в материале, которым они сложены, типичной лиманной фауны. Наиболее древние валы подходят

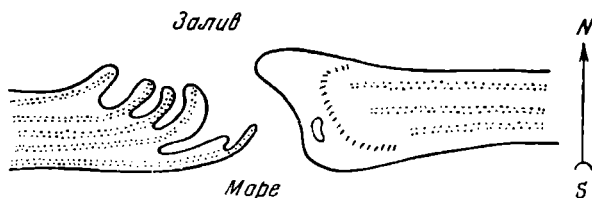


Рис. 4. Западный берег одной из протоков Джарылгачской косы

к современному морскому штормовому валу под более тупым углом, нежели более молодые, и как бы срезаются им (рис. 5). Такое срезание древних лиманных береговых валов морским штормовым валом является следствием и подтверждением общего отступления берега в этом районе.

Плановые очертания аккумулятивных форм, расположенные на их поверхности береговых валов и лагун подчас позволяют сделать интересные палеогеографические построения. На поверхности одного из расширений Тендровской косы (рис. 6) хорошо прослеживаются древние береговые валы, которые можно разделить на две группы. Более высокие (1,5—2,0 метра) сложены, как и современный вал, кварцевым песком с примесью ракушек, веерообразно расходятся и загибаются в сторону залива (1). С его стороны их окончания срезаны современным береговым валом, образованным волнами залива. Менее высокие валы (0,7—1,0 метра) созданы волнами залива и в них встречается фауна, типичная для мелководных заливов (2).

Происхождение расширений на Тендровской косе представляется следующим образом: на раннем этапе своего развития Тендровская коса состояла из отдельных, вышедших на поверхность, участков огромного бара. Окончания этих участков загибались в сторону залива, о чем свидетельствует расположение более высоких валов. При дальнейшем поступлении со дна моря наносы вовлекались в продольный береговой поток, в результате чего отдельные участки бара соединились. Между загнутыми оконечностями участков баров и телом вновь образовавшейся косы оставались заливчики, которые впоследствии были отгорожены со стороны залива береговыми валами и превратились в лагуны. Таким образом, анализ небольших расширений на теле Тендровской косы позволяет получить представление о происхождении косы в целом.

Анализ строения аккумулятивных форм иногда позволяет делать и более сложные палеогеографические построения. Против небольшого острова, сложенного коренными породами, находится

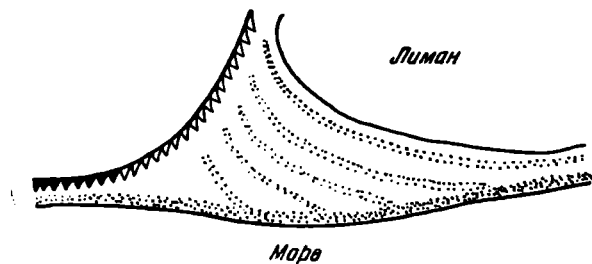


Рис. 5 Древние береговые валы на пересыпи лимана

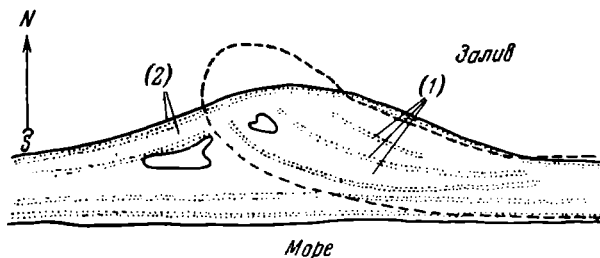


Рис. 6. Одно из расширений Тендровской косы, (1) — древние морские валы; (2) — валы, созданные волнами залива

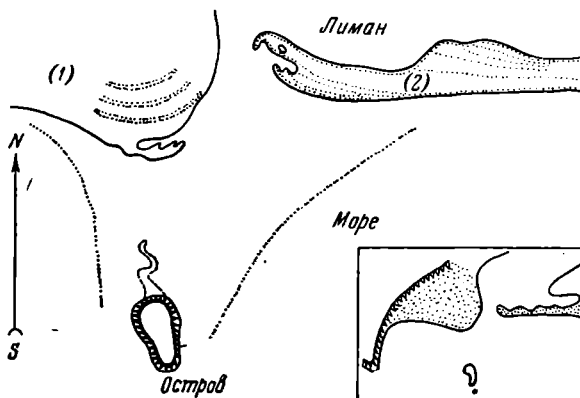


Рис. 7. Аккумулятивный выступ (1) и коса (2) в волновой тени у небольшого скалистого острова

небольшой аккумулятивный выступ и коса, частично отгораживающая лиман от моря (рис. 7). На поверхности аккумулятивного выступа, причлененного к береговому обрыву, можно проследить остатки древних береговых валов (1). Значительная площадь аккумулятивного выступа свидетельствует о том, что он образовался в то время, когда размеры острова были большими, чем сейчас. Материал для образования выступа поступал за счет берегового потока наносов как со стороны лимана, так и с расположенного к западу участка морского берега. Размыв и сокращение размеров острова привели к прекращению роста аккумулятивного выступа.

К северо-востоку от острова находится коса (2). Направление ее роста и анализ рельефа ее поверхности показывают, что она образовалась вследствие перемещения материала наносов с востока на запад, т. е. в направлении, противоположном общему перемещению наносов в этом районе. Это связано с тем, что участок берега к северо-востоку от острова защищен от действия волн западного направления островом и отмелью между ним и берегом (пунктир), но открыт для волн восточного направ-

ления. Такая блокировка вызвала местный поток наносов с востока на запад.

Приведенные примеры анализа аккумулятивных форм-индикаторов динамики берега с очевидностью показывают, насколько целесообразны простые геоморфологические обследования отдельных

участков берегов для получения качественных характеристик их динамики.

Знание закономерностей изменения морских берегов поможет предвидеть ход их развития и управлять процессами, формирующими берега.

В. И. Буданов, А. С. Ионин
Институт океанологии Академии наук СССР

НАХОДКА ЧЕРЕПА НЕОЛИТИЧЕСКОГО ЧЕЛОВЕКА

Ранней весной 1936 года при проведении археологических разведок по среднему течению Москвы-реки, на размытой водой песчаной дюне, в шести километрах от станции Быково, Раменского района, Московской области, был найден человеческий череп темнокоричневого цвета.

Одновременно в котловине дюны на полуторадвух метрах глубины, недалеко от обнаруженного человеческого черепа, было найдено несколько глиняных черепков ямочного, гребенчатого и елочного орнамента.

Во время разведки 1936 и 1937 годов на дюне были обнаружены наконечник костяной стрелки, костяная проколка и сильно окатанный кремневый скребок, а также кости лося, кабана и куницы. Некоторые кости оказались расколотыми искусственно, повидимому, человеком. Культурного слоя на месте находок не найдено.

Два шурфа, заложенные в 1936 году О. Н. Бадером выше дюны, на берегу Москвы-реки не обнаружили культурного слоя. Повидимому, стоянка, сильно разрушенная, служила временным обиталищем неолитического человека. Еще ранее местный краевед Г. М. Коняшин нашел на быковской дюне несколько фрагментов неолитических черепков и кости лося, бобра, медведя, кабана, быка (*Bos primigenius?*) и птиц, а также два фатьяновских черепка с шнуровым или зубчатым орнаментом и черепок с отпечатками ткани (текстильный) и с ямками у венчика.

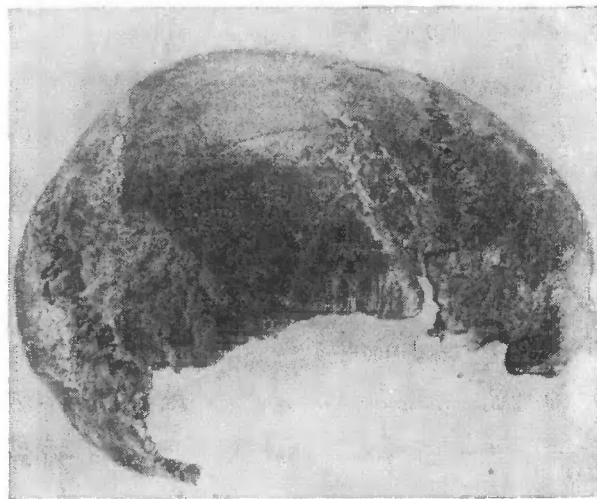
Суммируя все найденные на быковской дюне черепки, мы можем с уверенностью сказать, что преобладающим керамическим материалом на ней — 87 процентов — были черепки неолитической посуды. Остальная керамика фатьяновского типа случайна и составляет всего 13 процентов. Она найдена на поверхности дюны. Археолог О. Н. Бадер датирует Быковскую стоянку концом третьего тысячелетия до нашей эры¹.

¹ О. Н. Бадер. Условия нахождения и вопрос о возрасте быковского черепа. Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, Изд-во АН СССР, 1951, № 16, стр. 87.

Особенно интересна редкая находка черепа неолитического человека на стоянке.

Череп с Быковской неолитической стоянки был исследован в 1950 году старшим научным сотрудником Научно-исследовательского института антропологии Московского государственного университета Т. С. Кондукторовой. По ее описанию, он представлен костями: лобной (без глазничных частей), двумя теменными (наружная половина левой кости разрушена) и затылочной (без основной части). Кости имеют темнокоричневую окраску. Во многих местах наружная пластинка костяного вещества разрушена. Череп не отличается массивностью и толщиной костей.

Самый череп — длинноголовый, лоб — прямой, хорошо выражены лобные бугры и надглазничные дуги. Эти дуги простираются во фронтальной плоскости за середину глазницы. В целом рельеф черепа выражен ясно. Межглазничные расстояния средние. Судя по небольшой величине черепной крышки,



Общий вид черепа с Быковской неолитической стоянки

ириному лбу, хорошо выраженным лобным буграм, небольшой толщине костей, черепная крышка принадлежала женщине, но надбровные дуги развиты больше, чем на обычных женских черепках.

С известной долей вероятности в отношении групповой принадлежности череп следует отнести к европеоидному типу. По ряду вышеприведенных признаков быковский череп ближе всего стоит к не-

литическим черепам ладожской серии¹. В основе быковского черепа лежат черты ладожского человека, а также и других европеоидных черепов, найденных в центральной и северной полосе Европейской части СССР.

Находка быковского черепа имеет важное значение для определения древнейшего расселения неолитического человека европеоидного типа в Европейской части СССР

С. П. Потоцкий
Кандидат исторических наук

НОВОЕ В БИОЛОГИИ СОБОЛЯ

О соболе существует довольно обширная литература. Последняя известная нам книга В. В. Раевского освещает достаточно полно биологию этого пушного зверя на основе большого фактического материала. Автор, кроме того, использовал почти

все имеющиеся по соболу литературные данные². Однако вопрос о том, живут ли соболи круглый год парами, остается до сих пор открытым.

В. В. Раевский указывает, что в кондо-сосвинском заповеднике каждый соболь занимает постоянный охотничий участок, который он охраняет от вторжения других соболей.

В разделе «Воспитание молодых» мы читаем следующее: «Никаких фактов участия соболя-отца в воспитании детей не наблюдалось, да это и мало вероятно при столь длительном периоде беременности. Для совместного выкармливания соболят обоими родителями требовалась бы круглогодичная парная жизнь, соболь же—зверь одиночный».

Создается впечатление, что соболь действительно «зверь одиночный».

Но далее В. В. Раевский пишет: «Единственный достоверный случай наблюдения самца и самки при шести уже бегавших соболятах в марте (очевидно, опечатка.— Р. В.), описанный в книге П. А. Мавтейфеля (1934), принадлежит к числу редких отклонений от нормы».

«В очень редких случаях охотники добывают осенью и зимой по два соболя из одного гнезда. Это можно объяснить тем, что спасающийся соболь прибегает к уже занятому гнезду. Впрочем, соболи иногда сходятся в осенних и зимних гнездах «по собственной инициативе. Я знаю случай миролюбивого взаимного посещения гнезд двумя соседними соболями». Эти утверждения противоречат первым, а отсюда определение, что соболь — «зверь одиночный», — не является вполне убедительным.

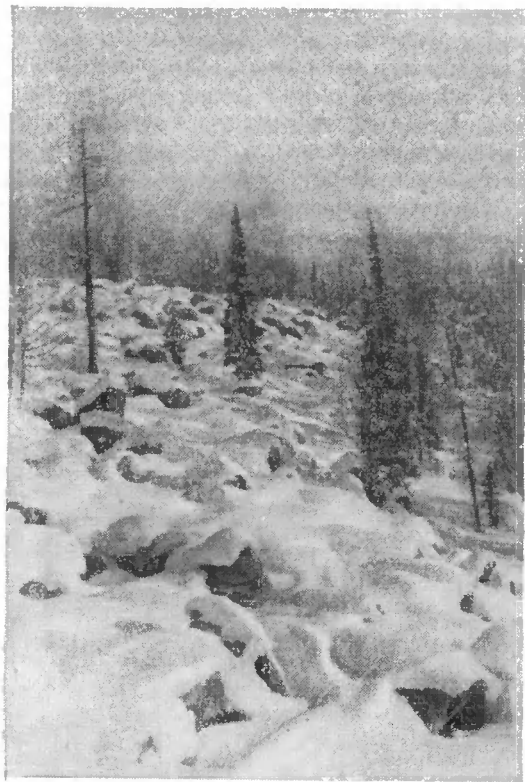


Рис. 1. Крупнокаменистые россыпи — место обитания соболя

¹ Т. С. Кондукторова. Череп из неолита Подмосковья. Бюллетень комиссии по изучению четвертичного периода, Изд-во АН СССР, 1951 № 16, стр. 86.

² В. В. Раевский. Жизнь кондо-сосвинского соболя, 1947, стр. 107.

П. А. Мантейфель¹ указывает, что «у многих зверей из отряда хищных, в частности, из семейства куньи, мы наблюдаем пары, которые сходятся к срокам рождения детенышей (хорьки степные, горностаи и другие)... Известны также случаи нахождения у куницы при выводе самца, но чаще при выводе встречалась одна самка».

Сроки беременности куницы и соболя довольно близки. П. А. Мантейфель сообщает также о случае спаривания самцов соболя с самками куницы в Ростовском зоопарке и в Пушкинском зверосовхозе.

Из приведенного видно, насколько эти зверьки биологически близки. У куницы же при выводе иногда встречались самец и самка. Это наводит на мысль, что в природе некоторые из куниц, а также соболей возможно живут парами.

Приведу наблюдения, которые мне удалось сделать во время учета и промысла соболей в Алтайском крае (Улаганский, Усть-Канский, Чарышский районы) и в Казахстане (район реки Убинки) с октября 1949 года по январь 1950 года.

В этих частях Алтая и Казахстана соболь в основном придерживается районов среднего и верхнего течения горных рек. Излюбленными местами обитания этого зверька являются крупнокаменные россыпи, по местному названию «закоти», покрытые кедрово-елово-пихтово-лиственничной тайгой с подлеском из ягодных кустарников (рябины, смородины, шиповника), богатые мышевидными грызунами и пищухами (рис. 1). В таких местах отмечается наибольшая плотность соболей. Значительно реже и в меньшем количестве встречаются соболя по каменистым россыпям, лишенным растительности, и в чистой тайге.

Соболи за период наших наблюдений проводили большую часть времени в россыпях, занесенных снегом, редко выходя на поверхность. Работа проводилась при непосредственной помощи лучшего охотника-собольяника Алтайского края Н. М. Медведева. Этот охотник более 30 лет добывает соболей капканами и прекрасно знает их повадки. За эти долгие годы он подметил одну особенность у отдельных соболей. В некоторых россыпях из года в год живут отдельные парочки этих зверьков. Они имеют между собой более близкие взаимоотношения, чем с окружающими соседями. Выяснить связь между отдельными парами соболей ему удалось в процессе их лова капканами (рис. 2). Достаточно поймать одного из пары соболей, как оставшийся другой



Рис. 2. Собрль в капкане

(чаще всего самец) начинает искать пропавшего. Если до этого соболь редко выходил из россыпей, то теперь его следы часто встречались на поверхности снега. Этим пользуется Н. М. Медведев и расставляет на следах пойманного зверька несколько капканов. Таким способом он на протяжении ряда лет вылавливал соболей парами (самца и самку).

В наличии отдельных пар соболей я убедился лично в период добычи их капканами. Всего за декабрь мы добыли 9 соболей, причем два соболя (самец и самка) жили вместе. Эту пару мы наблюдали в продолжение месяца, так как она жила на участке, где соболи не были скучены. Стоило нам поймать самку, как на другой же день на ее следах отловили и самца. До этого соболи редко выходили на поверхность снега, иногда не появляясь из россыпей около недели.

Следует оговориться, что в местах, где плотность соболей велика и нет возможности выделить индивидуальные ареалы, или, где встречаются общие соболиные тропы и множество следов переплетаются между собой,— установить наличие пар трудно.

Таким образом, можно полагать, что не все соболи ведут одиночную жизнь, среди них наблюдаются пары (самец и самка), которые, повидимому, ведут совместную жизнь круглый год.

Этот важный вопрос биологии соболей еще недостаточно изучен и требует дальнейших углубленных исследований.

Д. В. Терновский

Биологический институт Западно-Сибирского филиала Академии наук СССР

¹ П. А. Мантейфель. Собрль, 1934, стр. 56—57.

ЗАМЕТКИ И НАБЛЮДЕНИЯ

ДРУЗЬЯ СОЛНЦА

В интересном очерке С. М. Полоскова «Солнечное затмение 25 февраля 1952 года» («Природа», 1952, № 6) автор выразил сожаление о том, что экспедиции не удалось произвести во время затмения наблюдений над животными. Этот пробел отчасти восполнен коллективом работников Республиканского охотничьего хозяйства «Ала-Байтал», наблюдавшим в момент солнечного затмения 25 февраля 1952 года поведение различных животных и птиц.

Карачингильский участок охотничьего хозяйства, где проводились наблюдения (расположен в 120 километрах от города Алма-Ата, на побережье реки Или, южнее озера Балхаш), входил в зону частичного затмения.

Каждый вид животных реагировал на солнечное затмение по-своему; представители дикой фауны, разумеется, более активно, нежели домашние животные. Наиболее чувствительными к нарушению нормальной солнечной деятельности оказались птицы, а самыми активными из них — фазаны.

В день солнечного затмения на избранном для наблюдения участке с утра стояла солнечная весенняя погода. Еще до восхода солнца всюду слышался дружный утренний переклик и. дробное хлопанье крыльев фазанов.

Сразу же после появления над горизонтом огненного шара солнца из многолетних камышовых зарослей и лесных трупцобников начали вылетать фазаны. Они покидали места ночевки и направлялись на кормежку в редколесье и на поросшие кустарниками поляны.

Обычная деятельность птиц продолжалась до второй половины дня. Изредка лишь раздавался одиночный тревожный крик взлетающих на деревья

фазанов-петухов. Это означало, что покой их нарушали лесные хищники.

Но вот приблизились минуты солнечного затмения, и обычное дневное поведение птиц резко изменилось. Как только теневой диск луны надвинулся своим темным краем на солнце настолько, что солнечный свет явно ослабел, в разных пунктах охотничьего угодья послышалась характерная для вечера сборная перекличка фазанов-петухов. Затем, по мере дальнейшего ослабления солнечного света, эти одиночные фазаньи крики слились уже в массовый хор тревоги и всеобщего созыва птиц на ночевку. Вслед за петухами спешили на места ночевки курочки-фазанки. Все свидетельствовало о том, что необычно быстрый темп приближения «ночи» вызвал среди птиц явную тревогу... К кульминационному моменту затмения фазаны уже закончили свое перемещение и затихли.

Замолкли жаворонки. Исчезли скворцы. Неугомонные воробьи тоже залетели под соломенную крышу конюшни. Над кустарниками низко и бесшумно проплыл вылетевший на вечернюю охоту истреб-тетеревятник. В дальнем лесу заголосил волк.

Но фазанам, не успевшим как следует расположиться на свой внеочередной ночлег, вскоре пришлось вновь встречать неожиданное «утро».

По мере освобождения солнца от лунной тени, в камышах, где только что скрылись возбужденные птицы, вновь послышались характерные утренние переклики фазанов и затем начался обратный массовый вылет на «утреннюю» кормежку.

Так, 25 февраля фазаны самым добросовестным образом дважды исполнили все, что им присуще делать при смене дня и ночи.

Домашние животные отнеслись к солнечному

затмению более равнодушно: скот пасся, собаки спали и только куры сбегались под навес к месту ночевки, но и они не взлетали на нашест, а провели минуты затмения возле курятника.

Т. О. Солдатов
Республиканское Охотничье хозяйство
«Ала-Байтал» (Алма-Ата)

НЕОБЫЧАЙНЫЙ ГРАД

9 августа 1950 года в 20 часов 20 минут над Кизирским районом Молотовской области выпал град, продолжавшийся около 15 минут. Выпадению града предшествовали мощные темные, имеющие причудливые очертания гор, облака грозового характера, двигавшиеся с запада на восток, а также сильный ветер, принявший характер урагана (на реке Сылве, внезапно появились большие волны и «беляки»). Температура воздуха резко понизилась, и выпал обильный дождь. Ураган и град захватил полосу шириной около 20 километров в районе села Кизиртель и города Кунгур. Возможно, что она была и более широкой.

Сначала выпадали отдельные небольшие градины, а затем величина и количество градин все время возрастали, доходя до размеров, превышающих куриное яйцо. К концу градобития размер градин постепенно уменьшился. Как показали взвешивания, произведенные на Кунгурском заповеднике «Предуралье», вес градин достигал 30—35, 60—68, 100—120 и даже 150 граммов. Диаметр градин колебался от 1 до 7—9 сантиметров. Форма крупных градин округлая, иногда дисковидная, причем некоторые градины имели редко наблюдающуюся форму вдавленного диска. Некоторые градины были сплошь ледяными, другие же представляли собою тела как бы из плотно спрессованного снега. При таянии градин (средних и крупных) ясно обнаруживалось их слоистое строение. Обычно в центре такой градины находилось мутнобелое непрозрачное ядро, окруженное светлым ледяным кольцом (вернее сферой), затем опять следовал мутнобелый слой и т. д. Мутнобелые слои в строении градины объясняются наличием воздушных пузырьков.

Многие градины представляли собою не однородную массу, а конгломерат из отдельных, более мелких градин, величиною с ягоду земляники, так что крупные градины можно было постепенно разбирать на отдельные, более мелкие.

Град и ураган причинили некоторый ущерб посевам сельскохозяйственных и овощных культур, особенно посевам яровых. О силе градобития свидетельствует и то, что, например, в огородах были перебиты стебли подсолнечника, кукурузы, картофеля. Прямыми попаданиями крупных градин плот-

ные капустные кочаны оказались пропизанными почти насквозь. В лесах Кунгурского заповедника было обнаружено сравнительно большое количество убитых птиц. В лесу град причинил вред деревьям — елям, пихтам и березам. Особенно пострадали сосны, ветви которых являются более ломкими. Ветвей деревьев было сбито так много, что в некоторых местах они устилали почву сплошным зеленым ковром. Большими градинами были сделаны вмятины на капоте машины ГАЗ-67, хотя листовое железо здесь толщиной до 1,5 миллиметра. На машине был порван брезентовый тент и разбиты фары. В зданиях и домах жителей были выбиты стекла, а в отдельных случаях и рамы окон. На некоторых домах градом были повреждены даже крыши. Следует отметить и большую мощность слоя выпавшего града. Склоны возвышенностей, ложбины и равнина были покрыты сплошным слоем выпавшего града и издали казались засыпанными снегом. В ложбинках и около построек слой града достигал 15—20 сантиметров. На дорогах, межах, почве длительное время были видны следы от удара крупных градин. Нерастаявшие градины мы находили во впадинах и на другой день, спустя почти сутки. Старожилы отмечают, что в течение нескольких последних десятилетий подобного урагана и градобития они не помнят.

А. И. Букирев
Молотовский государственный университет

РЕДКИЙ СЛУЧАЙ ОБРАЗОВАНИЯ ООЛИТОВЫХ ИЗВЕСТНЯКОВ

По общепринятому мнению, оолитовые известняки отлагаются в морских мелководных бассейнах тропических, субтропических и близких к ним широт, где вода хорошо прогревается солнечными лучами и находится в непрерывном движении. Известковые оолиты в этих теплых морях образуются при выпадении в осадок карбоната кальция, перенасыщающего морскую воду, причем такое выпадение коллоидов происходит при изменении режима углекислоты, главным образом вследствие повышения температуры воды.

Классическими областями современного образования карбонатных оолитов являются берега Красного моря у Суэца, побережье Караибского моря у полуострова Флориды и Багамских островов, а из континентальных водоемов — Большое Соленое Озеро в штате Юта, в Северной Америке. Не так давно М. В. Кленова¹ описала современные

¹ М. В. Кленова. Геология моря, Учпедгиз, 1948.

известковые оолиты из залива Мертвый Култук, а также с восточного и западного побережий Каспийского моря. Изредка оолиты образуются в насыщенной известью воде горячих углекислых источников (Карловы-Вары, Чехословакия). До настоящего времени пресноводные оолитовые известняки не были известны на территории СССР и не описаны в нашей геологической литературе.

Летом 1950 года нам пришлось наблюдать на левом берегу реки Ингульпа, близ села Дарьевки, в Херсонском районе, редкий пример оолитовых известняков, образовавшихся в совершенно пресной воде. Порода эта залегает в виде выдержанного пласта в основании толщи серовато-белых известняков с богатой морской фауной. Граница между слоем пресноводного известняка и вышележащими известняками довольно отчетлива и определяется изменением цвета породы и состава органических остатков: в то время как в вышележащих известняках встречается множество раковин морских моллюсков, в слое описываемого известняка содержится большое количество ядер и отпечатков раковин пресноводных пластинчатожаберных и брюхоногих моллюсков, главным образом униюид, палюдий и неритин; изредка единичными экземплярами попадаются также раковины лимнейд.

Состав фауны, содержащейся в этих известняках, несомненно, свидетельствует об их неогеновом возрасте, а также о том, что отложение этой породы происходило в совершенно пресном водоеме, так как униюиды обитают исключительно в реках и пресноводных озерах. Слои с пресноводной фауной верхне-неогенового возраста были уже сравнительно давно констатированы на большой площади в Одесской и Херсонской областях, однако во всех известных до настоящего времени случаях эти пресноводные слои представлены зеленоватыми глинами, известняки же в их составе выявлены нами впервые.

И. Я. Яцко¹, детально изучавший состав пресноводной фауны из упомянутых глин, полагает, что они отлагались в устье большой ископаемой реки, впадавшей в неогеновое море с севера и образовавшей обширный лиман. Очевидно, в такого рода пресном лимане отложился и описываемый оолитовый известняк.

Этот редкий и интересный икряной камень представляет желтовато-серую, довольно мягкую и легко разламывающуюся в руках породу мелкооолитового сложения со множеством темноокрашенных органическим веществом ядер и отпечатков раковин униюид и других пресноводных моллюсков.

Кроме кальцита, в породе присутствуют в небольшом количестве обломочные частицы — зерна полевых шпатов, роговой обманки и кварца. Эти минеральные обломки, очевидно, были принесены в лиман водами реки, стекавшей с кристаллического массива, который представлял возвышенную сушу, располагавшуюся к северу от лимана.

Н. Н. Карлов

Кандидат геолого-минералогических наук
Днепропетровск

ИНТЕРЕСНЫЙ ЭКЗЕМПЛЯР ДУБА

В Шпиковском лесничестве Тульчинского лесхоза, Винницкой области, произрастает редкий экземпляр дуба, на котором, наряду с обычными, имеются также ивовидные листья.

Дерево растет в искусственно созданном однопорядном насаждении (чистая культура дуба), где изредка встречаются сосна и ильм; в подлеске попадаются граб, лещина, бересклет бородавчатый. Рельеф участка неровный, с оврагами и балками; почва — серые лесные суглинки; возраст насаждений и дубка — 12 лет. Дубок растет на склоне, в 100 метрах от опушки леса. Вблизи дубка небольшая болотистая прогалина, на которой растет несколько ив. Высота дубка около 6 метров.



Весенний побег дуба с ивовидными листьями

¹ И. Я. Яцко. Труды Одесского государственного университета, т. VII (60), 1949, стр. 71

Ивовидные листья разбросаны по всей кроне дерева; около 95 процентов побегов имеет такие листья. В верхней части кроны встречаются обычные листья дуба.

Ивовидные и дубовые листья на некоторых образцах находятся на одной и той же ветви — на одном годичном приросте. Как известно, дуб может образовывать за вегетационный период несколько побегов. Так, например, в природной обстановке (в Воронежской области) число образуемых дубом побегов колеблется от одного до четырех, в зависимости от возраста дерева, от биотипа и погоды. Более мягкий климат и обилие летних дождей увеличивают число вторичных побегов у дуба.

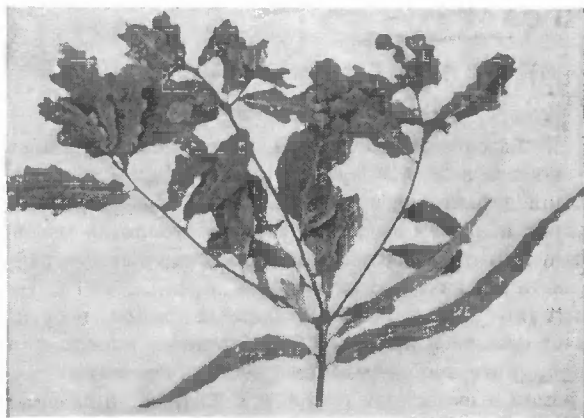
На упомянутых образцах ветвей можно видеть, что ивовидные листья формируются на первых, более молодых, весенних побегах, образующихся из перезимовавших почек; листья обычного дубового типа расположены на последующих летних приростах, так называемых «ивановых» побегах. При отсутствии таких побегов вся ветвь может быть покрыта ивовидными листьями.

Плодоношение у дубка в год получения образцов ветвей (1951) отсутствовало: летом не было обнаружено завязей, а осенью — спелых желудей. Так как женские и в значительной части мужские цветы у дуба образуются на молодых весенних побегах, особенно интересно более тщательно проследить весной за образованием побегов, листьев и цветов.

Образование ивовидных листьев, наблюдаемое у этого экземпляра дуба, представляет собой, по видимому, резкое отклонение к предковым формам дуба, произошедшее под влиянием среды. Как известно, в роде дуба (*Quercus*) выделяется особая подсекция ивовидных дубов (*Phellos*).

Резкая разнокачественность развития наблюдается, насколько можно судить, на одногодичном приросте и повторяется в ежегодных циклах побегообразования. Таким образом, филогению может отражать не только развитие дерева в целом, но и развитие отдельного годичного побега, который выступает в данном случае также как бы в виде особи. Это обстоятельство заслуживает внимания.

Еще Дарвин высказал мысль, что каждая почка представляет собой в некотором смысле новую самостоятельную особь. Разбирая вопрос о почковой изменчивости у растений, Дарвин исходил из представления, что истинной особью является образующийся из почки побег. К. А. Тимирязев разделял эту точку зрения и рассматривал дерево как сложный организм. Академик Б. А. Келлер развил



Годичный прирост дуба с ивовидными листьями (внизу) и обычными (наверху)

взгляды Дарвина и Тимирязева; побеги на дереве он называет индивидуумами вторичного порядка. Древесное растение в течение своей многолетней жизни особенно остро испытывает вечное движение и изменение среды. Поэтому ежегодное образование новых побегов, которые в молодом возрасте легче приспосабливаются к новым условиям, служит у дерева ценнейшим приспособлением к его многолетней жизни как целого организма в условиях непрерывно изменяющейся среды.

Правильное научное понимание особи у многолетнего поликарпического растения — дерева — необходимо для разработки теории стадийного развития растений древесных пород. Пока среди лесоводов господствует представление, что как особь следует рассматривать дерево в целом. Новым направлением является гипотеза А. С. Яблокова, который считает, что развитие дерева протекает как по общему, большому циклу, от возникновения из семени до одряхления и гибели дерева, так и по ежегодному, малому циклу, под которым подразумевается ежегодное развитие нового годичного побега. А. С. Яблоков считает, что каждый годичный побег у дерева проходит отдельные этапы развития, подобные этапам развития однолетнего растения. Описанное явление разнолистности до известной степени подкрепляет такое представление.

Дальнейшее изучение редкого экземпляра дуба, его фенологии, цветения и т. д. должно дать более полные и обстоятельные данные. Необходимо, чтобы лесничество сохранило этот дуб.

М. М. Вересин

Кандидат сельскохозяйственных наук
Воронежский лесохозяйственный институт

В САДУ И ДОМА

ОПЫТ МАССОВОГО РАЗВЕДЕНИЯ
АКВАРИУМНЫХ РЫБ

Рыбы содержались нами в аквариумах и в прудках, емкостью в 25 и 300 ведер. Кормом для них служили дафнии как в живом виде, так и высушенные, черви из почвы и навоза, хлеб, вермишель отварная, желток вареных яиц. Кормление живыми дафниями мы начинали с середины апреля. На 10 крупных (до 20 сантиметров) золотых рыбок в сутки расходовалось примерно 1—1,5 стакана живых дафний, которые добывались из искусственных водоемов в окрестных глинистых балках, лишенных водных растений и рыб. Сушеные дафнии шли для кормления в период с ноября до середины апреля. Корм задавался рыбам два-три раза в день.

Зимой сушеные дафнии давались живородящим рыбкам и молодым золотым рыбкам. Взрослые золотые рыбки и вуалехвосты содержались зимой в оранжереях — в цистернах и ваннах, при температуре воды от 0° до +5°. В случае если температура повышалась, то ее снижали путем добавления снега или льда. Живые черви давались рыбам летом и зимой два раза в день, а белый хлеб и вермишель — два-три раза в день. Как правило, каждый вид рыбок разводился и содержался в отдельном водоеме и аквариуме, с валлиснерией, элодеей, перистолистником и роголистником. В одном помещении возможно совместное содержание живородящих форм — гуппи, меченосцев и пецилий.

Интересны наблюдения над тем, как корм влияет на икрометание и развитие мальков.

При обильном кормлении золотых рыб живыми дафниями в периоды лета с дождями, икрометание в водоемах происходило каждые 10—15 дней, вне зависимости от упитанности рыб, начиная с мая и по октябрь. С наступлением сухой погоды, вызывающей усыхание водоемов с дафниями, приходилось переходить на другой корм. Икрометание в этих случаях прекращалось полностью до наступления дождей. Когда кормление рыбок живыми дафниями возобновлялось, начиналось икрометание. Питание дождевыми червями, как и сушеными дафниями, хлебом и вермишелью не оказывает никакого влияния на нерест. При кормлении живыми дафниями мальков золотых рыбок (кометы) они быстро растут.

При сухом корме развитие мальков протекает значительно медленнее. Кроме живых дафний, все

иные виды корма приводят к очень плохому развитию рыбок и часто влекут за собой их гибель в зимний период.

Кормление рыб живыми дафниями у пецилий, гуппи и меченосцев способствует повышению рождаемости мальков. Плодовитость рыбы увеличивается в 3—5 раз. Мальки рождаются раз в месяц. Кормление живородящих рыбок живыми дафниями эффективно лишь при температуре 25°.

Ф. М. Герасимов
Новочеркасский зооветеринарный институт

ВЕСЕННИЙ УХОД ЗА ЗЕМЛЯНИКОЙ

Земляника — многолетнее травянистое растение с подземным корневищем. Корни — однолетние, ежегодный рост новых молодых корней происходит на верхней, более молодой части корневища, старые же нижние корни отмирают.

Первая весенняя работа на участке с земляникой заключается в тщательном осмотре гряды; не надо давать застаиваться воде. Излишнюю воду следует снускать по канавкам.

Как только станет возможно ходить по участку, следует поправить молодые кусты земляники. Растения, у которых корни находятся на поверхности почвы, необходимо углубить по корневую шейку; если засыпано сердечко, надо освободить его. После этого посадку очищают от сухих, отмерших листьев; их необходимо удалять из сада, так как в них гнездятся вредители и различные болезнетворные микробы. Но особенно торопиться с этим не следует, потому что старые листья предохраняют землянику от утренних заморозков.

Надо удалять сушь только тогда, когда наступит устойчивая теплая погода.

Обычно к весне почва сильно уплотняется; для сохранения весенней влаги необходимо поэтому рыхлить почву около растения и в междурядьях. При рыхлении около куста (на глубине 3—4 сантиметра) следует несколько отступить от него, чтобы не задеть куст; в междурядьях обработку земли нужно производить на глубину до 8 сантиметров.

Перед рыхлением плодоносящей земляники вносят полное минеральное удобрение в количестве на 100 квадратных метров: суперфосфата — 5 килограммов, селитры — 1,5 килограмма, калийной соли — 1,5 килограмма. Вслед за рыхлением необходимо землянику замульчировать соломистым, конским навозом или торфом. Рыхление междурядий проводится 2—3 раза в течение весны.

Э. Г. Шаксель
Главный ботанический сад Академии наук СССР

ТРУДЫ ВЫДАЮЩЕГОСЯ РУССКОГО МИКРОБИОЛОГА

С. Н. Виноградский

МИКРОБИОЛОГИЯ ПОЧВЫ, ПРОБЛЕМЫ И МЕТОДЫ

Пятьдесят лет исследований.
Издательство Академии наук СССР,
1952, 792 стр., 82 рис.

С. Н. Виноградский — выдающийся русский ученый-микробиолог, труды которого во многом способствовали тому, что отечественная микробиология завоевала ведущее положение и продолжает влиять на развитие науки во всех странах.

Нельзя поэтому не приветствовать выход в свет трудов С. Н. Виноградского, выпущенных издательством Академии наук СССР под редакцией члена-корреспондента АН СССР А. А. Имшенецкого.

Книга содержит почти полное собрание работ С. Н. Виноградского, начиная с его первого исследования 1887 года по морфологии и физиологии серобактерий и кончая последними — по экологии азотобактера и энзиматическому синтезу аммиака в почве и воде (1941 год).

Тематически произведения С. Н. Виноградского систематизированы по задачам исследования, а в каждом разделе они расположены в хронологическом по-



рядке. Книга состоит из следующих десяти частей. 1. Первые автотрофы. 2. Морфология бактерий. 3. Нитрификация. 4. Анаэробное усвоение азота. 5. Мочкелья. 6. Методы почвенной микробиологии. 7. О разрушении целлюлозы в почве. 8. Азотобактер. 9. Исследование симбиотической азотификации. 10. Основные положения. Последняя глава «Основы экологической микробиологии», а также предисловия к каждой из перечисленных глав, где дается обзор современного состояния науки по данному разделу, написаны в 1945 году.

Значение книги С. Н. Виноградского для дальнейшего развития советской микробиологии чрезвычайно велико. В основном с именем С. Н. Виноградского

связаны три проблемы микробиологии: открытие хемосинтеза у микробов; экологический подход к решению вопросов почвенной микробиологии и изучение изменчивости у микроорганизмов.

Установление в 1887 и 1888 годах фактов, что серобактерии, а затем и железобактерии способны к хемосинтезу, было блестящим открытием, создавшим новую область в биологической науке. Открытый Виноградским процесс автотрофного образования органического вещества из углекислоты за счет использования химической энергии окисления неорганических веществ имеет значение не только для микробиологии, но и для всей биологии. Работы эти создали новую главу в физиологии микроорганизмов, имеющую принципиальное значение.

В дальнейшем блестящие работы с нитрифицирующими бактериями показали существование хемосинтеза и у этой важнейшей группы микроорганизмов.

На протяжении 65 лет С. Н. Виноградский неустанно боролся против попыток различных авторов дискредитировать выдвинутые им идеи хемосинтеза, показывая слабые стороны исследований своих противников. В настоящее время способность микробов синтезиро-

вать органическое вещество из свободной углекислоты за счет использования химической энергии окисления сероводорода, аммиака, закисных соединений железа, молекулярного водорода и других неорганических соединений уже не вызывает сомнений. На очереди стоит изучение механизма процесса хемосинтеза, и идеи Виноградского воодушевляют микробиологов на решение этих вопросов.

Второй проблемой, привлекающей особенное внимание С. Н. Виноградского, было изучение экологии почвенных микроорганизмов. В его работах дается блестящая критика недостатков классической микробиологии, убедительно показывается, что чистые культуры почвенных микроорганизмов, выращиваемые на средах, богатых органическим веществом, представляют собой физиологический артефакт, т. е. результат искусственного вмешательства. Длительное культивирование организмов в лабораторных условиях настолько изменяет их биологию, что применить данные по физиологии организмов, полученные в лаборатории, в полевых условиях невозможно. Заслуга С. Н. Виноградского состоит в том, что он не ограничился только критикой методов классической микробиологии, а предложил но-

вые методы, правильно решавшие вопросы экологии микроорганизмов. Он разработал и применил методы прямого счета микроорганизмов. На основе исследования экологии отдельных микроорганизмов им было создано учение об элективных (избирательных) средах, благодаря чему С. Н. Виноградский первый в истории мировой науки смог выделить свободно живущие организмы — фиксаторы азота (*Clostridium pastorianum*).

В дальнейшем им же была с исчерпывающей полнотой изучена экология азотобактера. Эти работы Виноградского показывают, что изучение физиологии и морфологии микроорганизмов нужно вести в условиях, максимально приближающихся к природным.

В основном характер органического вещества и его концентрации в питательных средах должны соответствовать тому, что встречается в естественных условиях обитания организма.

Эти работы С. Н. Виноградского, послужившие основой для дальнейшей разработки изготовления бактериальных удобрений, имеют огромное значение для сельскохозяйственной практики.

Третья проблема, над которой работал Виноградский — это изучение морфологии, циклов разви-

тия и изменчивости микроорганизмов. Уже первые исследования цикла развития у серобактерий привели Виноградского к решению вопросов хемосинтеза. В дальнейшем весьма примечательна его критика работ Левиса, где Виноградский с очевидностью показал, что если правильно с экологических позиций подходить к культивированию азотобактера, то вопрос о циклогении у азотобактера отпадает.

Заслуги С. Н. Виноградского трудно переоценить. Ему мы обязаны тем, что русская микробиология занимает ведущее положение в мировой науке как по глубине разрабатываемых проблем, так и по значению их для народного хозяйства. Исследования его учат нас не подходить к решению поставленных вопросов шаблонно, не верить слепо авторитетам и создавать новые теории, подтверждая их фактами. Его работы поучительны и тем, что представляют собой образцы ведения научной полемики.

Выход в свет книги С. Н. Виноградского — большое событие в нашей научной жизни. Особенно ценно то, что теперь труды С. Н. Виноградского стали доступны всем научным работникам и будут находиться в каждой микробиологической лаборатории.

Профессор С. И. Кузнецов

ПО ЗАВЕТАМ И. И. МЕЧНИКОВА

И. Г. Шиллер

НАПРАВЛЕННЫЙ АНТАГОНИЗМ МИКРОБОВ

Государственное медицинское издательство УССР, 1952, 135 стр.

Небольшая по объему книга И. Г. Шиллера «Направленный антагонизм микробов» — произведение во многих отношениях не-

заурядное. С именем Игнатия Горадиевича Шиллера, старейшего отечественного бактериолога, ученика и ассистента И. И. Мечникова, в нашей науке связано прежде всего открытие так называемого направленного или насильственного антагонизма микробов — подлинно мичуринского метода управления процессами, протекающими в микроорганизмах. Свой научный путь И. Г. Шиллер начал

в лаборатории Мечникова, и в основу его дальнейших исканий легла гениальная идея великого русского биолога о необходимости изучать и использовать борьбу (антагонизм) бактерий для лечения инфекционных и других заболеваний. И. Г. Шиллер первый практически осуществил поставленную Мечниковым задачу: вытеснить из кишечника человека и животных вредных гнилостных бактерий,

заменяя их безвредными микро-организмами.

Успешное решение этой проблемы натолкнуло молодого ученого на вопрос о причинах борьбы микроорганизмов, его заинтересовала возможность управлять миром бактерий. Результаты первых исследований в этой области И. Г. Шиллер опубликовал в 1914 году, а к 1923 году он разработал свою теорию насильственного антагонизма, о которой сообщил в советской и иностранной прессе.

Существование теории И. Г. Шиллера заключается в следующем. Антагонизм бактерий он рассматривает как прирожденную способность данного вида микроорганизмов убивать или подавлять жизнедеятельность других видов. Автору удалось установить, что при определенных условиях культивирования можно вызвать антагонизм у микроорганизмов, которые в естественных условиях не антагонистичны. Так, в одном из своих ранних опытов он показал, что *Bacillus mesentericus* (картофельная палочка) остается индифферентной к стрептококку (возбудителю гнойной инфекции) до тех пор, пока оба микроба находятся в полноценном питательном субстрате. Но если их поместить в среду, где отсутствуют питательные вещества (в качестве такой среды Шиллер использовал дистиллированную воду), то одна из бактерий, обладающая способностью выделять протеолитические ферменты (картофельная палочка), использует в качестве питательного материала клетки стрептококка, который не обладает протеолитической активностью. Таким образом, здесь мы наблюдаем явление антагонизма, которое вызвано исследователем. Такой антагонизм Шиллер назвал **н а с и л ь с т в е н н ы м** или **с п р о в о ц и р о в а н н ы м**.

«Отправной точкой первых опы-

тов,— пишет автор книги,— явилось предположение, что в условиях азотного голодания одни бактерии способны покрывать свою потребность в азоте за счет белка других микробов, находящихся с ними в одной среде..., выделяя при этом специфические бактериолизины» (стр. 8).

Итак, живые бактериальные клетки могут быть использованы в качестве питательного материала для других бактерий лишь в том случае, если последние в процессе своей жизнедеятельности способны выделять специальные лизины, растворяющие содержимое клеток другого вида.

В качестве активных антагонистов автор испытывал целый ряд протеолитических организмов (*B. mesentericus*, *Bacillus subtilis*, *Bacillus anthrax*), разнообразных сарпин, белого и золотистого стафилококка и других. В качестве бактерий, подлежащих перевариванию, были испытаны: стрептококки гемолитические и негемолитические, болгарская палочка, *Streptococcus lactis* и другие.

Полученные И. Г. Шиллером лизины не теряли своей способности растворять клетки бактерий и после того, как лизирующая жидкость освобождалась от микробных тел антагониста и добавлялась к бактериям, находящимся в полноценной питательной среде.

«Литические вещества, вырабатываемые насильственными антагонистами лизины,— отмечает Шиллер,— термолabileны: при нагревании в продолжение 3/4 часа в водяной бане до 56—57° они теряют свои литические свойства, и в этом отношении аналогичны ферментам» (стр. 37).

В дальнейшем Шиллер, постоянно углубляя учение о насильственном антагонизме, установил, что антагонизм можно вызвать не только тогда, когда отсутствуют источники азотистого или углерод-

ного питания, но даже и на полноценных питательных субстратах. В последнем случае необходимо создать такие условия культивирования, которые одному виду микроорганизмов обеспечивают максимальную активность, а другой вид вынуждают к пассивности.

Поскольку насильственный антагонизм микроорганизмов вызывается в условиях азотного или углеродного голодания борьбой их за эти вещества, моменты питания безусловно занимают в этом процессе важное место. Но, кроме того, немалое значение имеет и борьба за существование между микроорганизмами, вызванная в данных условиях культивирования необходимостью сохранения одного вида от вытеснения другим. Следует однако указать, что вопрос о том, какая причина — трофическая или защитная — играет ведущую роль в образовании литических веществ у бактерий-антагонистов, еще недостаточно разработан автором и нуждается в дальнейшем исследовании.

Большой интерес представляет открытая И. Г. Шиллером биологическая обратимость антагонистических отношений между микробами. Соответственно изменяя условия, удавалось превращать активного антагониста в объект питания для микроорганизма, который до того сам служил источником питания. В частности, автор приводит в своей книге любопытные факты о том, как ему удавалось вызывать переваривание дрожжей бактериями и, наоборот, бактерий дрожжами.

«Принцип,— пишет И. Г. Шиллер,— которым мы руководствовались для этого, можно сформулировать следующим образом: для превращения одного микроорганизма в антагониста другого, необходим учет биологических свойств обоих микроорганизмов. Эти свойства необходимо использовать с таким расчетом, чтобы при полной

вынужденной пассивности одного обеспечить наибольшую активность другого» (стр. 33).

На объектах из мира микроорганизмов И. Г. Шиллер развивает глубокую идею мячуринской биологии о решающем влиянии условий окружающей среды на организм. Его вывод о возможности широко, в зависимости от практических нужд, изменять биологические свойства микробов подтверждается успешными работами многих советских микробиологов.

Исследования, изложенные в книге Шиллера, имеют не только большое теоретическое значение. Интересны главы, посвященные практическому использованию продуктов насильственного антагонизма. Для медицины наибольшее значение имеют лизины, выделяемые в процессе переваривания живых клеток микроорганизмов. Не будучи биохимиком, автор не дает химического анализа этих веществ, однако он достаточно тщательно исследовал их антибиотическое действие и обратил внимание на их возможное терапевтическое значение.

Выделенные Шиллером в 1923 году лизины были первыми в мире антибиотическими веществами. Таким образом, наш соотечественник получил антибиотики на 16—17 лет раньше, чем американец Дюбо и англичанин Флори.

Явление насильственного антагонизма, открытое Шиллером, мо-

жет дать науке перспективный метод получения антибиотиков с направленным действием.

Продукты насильственных антагонистов уже получили признание клиници. В книге приводится обширный материал об их использовании в Одесском дермато-венерологическом институте для терапии тяжелых, не поддающихся лечению случаев гидроаденитов и упорного фурункулеза. В стоматологической практике продукты антагонизма оказались эффективными при лечении пульпитов, вызванных стрептококками и стафилококками. Развивая идеи Шиллера, группа сотрудников Украинского института стоматологии создала препарат «сольвин», губительно действующий на стрептококки и стафилококки. Вместе с тем многие вопросы применения продуктов насильственного антагонизма в клинике, биохимическая и физиологическая картина их терапевтического действия остались за пределами исследования автора и лишь заменены гипотетическими высказываниями (стр. 124—125).

Специальная глава посвящена вынужденному питанию бактерий различными живыми клетками. Это имеет большое значение как для теории, так и для клиники. Известен взгляд, что некоторые патогенные бактерии являются сапрофитами, приспособившимися в организме человека к новым условиям существования. Однако

далеко не выяснено, какие именно условия способствуют такому превращению. В проведенных Шиллером опытах микробы-сапрофиты (картофельная палочка, некоторые молочнокислые бактерии) начинали питаться мышечными клетками, эритроцитами и т. д. При этом микробы выделяли специфические вещества-растворители, избирательно направленные против клеток тех или иных органов. Когда здоровым животным были введены лизины картофельной палочки, полученные в процессе питания ее тканями мышечного сердца, подопытные животные погибли — препарат губительно действовал на их сердце. Комментируя этот и другие подобные эксперименты, автор замечает, что получение специфических веществ, растворяющих живые клетки, создает предпосылку для терапевтических опытов со злокачественными опухолями.

Книга Шиллера, написанная четко и сжато, может быть рекомендована не только медицинским работникам. Богатый общеприродный материал, смелые выводы и обобщения автора, а главное — ясное изложение одного из интереснейших открытий отечественной бактериологии — насильственного антагонизма — делают ее интересной для широкого круга читателей, интересующихся проблемами биологии.

Н. С. Егоров, М. А. Поповский

КНИГА ОБ ИСТОРИИ АТОМИСТИКИ

А. В. Луизов и Л. Б. Понизовский

В НЕДРАХ ВЕЩЕСТВА

Ленинградское газетно-журнальное и книжное издательство, 1952, 148 стр., 46 рис.

Развитию атомистических взглядов на мир посвящена боль-

шая литература. Этим вопросом, в частности, занимался покойный президент Академии наук СССР академик С. И. Вавилов, по инициативе и под редакцией которого в 1945 году в серии «Классики науки» было выпущено новое издание выдающегося произведения древности по атомистике — Лукре-

ций «О природе вещей». Это издание, снабженное большими комментариями и солидными исследовательскими статьями, является ценным вкладом в нашу литературу.

Но это издание не рассчитано на широкий круг читателей и посвящено только раннему пе-

риоду истории атомистики. Между тем очевидна насущная потребность в книге, рассчитанной на менее подготовленного читателя и повествующей об основных этапах развития науки — от атомистических воззрений древних до современных нам достижений в области атомной физики.

Книга А. В. Луизова и Л. Б. Понизовского — попытка заполнить этот пробел.

Читатель получает исторические сведения, касающиеся этого вопроса и воочию убеждается в роли отечественных физиков и химиков, в особенности М. В. Ломоносова и Д. И. Менделеева,

в этой области науки. В книге рассказывается о радиоактивности, строении атомного ядра, космических лучах. Показано значение трудов советских ученых, обогативших самую сложную отрасль физики открытиями и исследованиями первостепенной важности.

М. И. Радовский

ЗАЩИТА ЗАПОВЕДНИКОВ

В. А. Варсанюфьева, Р. К. Геккер
ОХРАНА ПАМЯТНИКОВ
НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ

Всероссийское общество охраны природы. Москва, 1951, 40 стр.
с 28 рис.

Эта хорошо иллюстрированная брошюра издана для распространения в широких кругах читателей сведений о научном и воспитательном значении заповедников природы и необходимости их охраны. В брошюре указано, что В. И. Ленин еще в 1920 году подписал декрет об организации на Южном Урале первого в мире минералогического заповедника — Ильменского, а 16 сентября 1921 года Совет народных комиссаров РСФСР издал декрет об охране памятников природы, садов и парков. С тех пор в разных районах нашей Родины были учреждены заповедники для охраны мест, особенно замечательных растительностью, животным

миром, геологическим строением и другими чертами своей природы.

Все заповедники находятся под охраной государства. Особенности их природы сохраняются в том же виде и состоянии, в котором они находились в момент учреждения охраны. Заповедники представляют особую ценность для естествоиспытателей разных специальностей, которые могут видеть и изучать растения, обитающих в естественных условиях животных, птиц, рыб, насекомых и сопоставлять собранные в заповеднике научные данные с теми, которые получаются при исследовании остальной территории страны, где под влиянием человека элементы природы то медленнее, то быстрее изменяются; одни из них улучшаются, другие ухудшаются или исчезают, возникают новые элементы, и вся природная обстановка меняется.

В брошюре описаны разные памятники природы. Среди них мы находим скалы триасового

возраста на северном склоне Кавказа, ледники Федченко и Наливкина на Памире, вулкан Ключевская сопка на Камчатке, местонахождение костей третичных животных на реке Иртыше около города Павлодара, следы ног динозавра на плитах известняка в Грузии, памятник Галичья гора на реке Дон, разные скалы сиенита заповедника «Столбы» на берегу реки Енисея в Сибири, огромный ледниковый валун в Эстонии, Нижнеудинскую пещеру в Сибири, каменную бабу в Курайской степи на Алтае, древние изображения козлов и собак на скалах в хребте Кара-Тау в Казахстане, железный метеорит и выбитую его падением воронку в хребте Сихотэ-Алинь Уссурийского края, скалу Бокал в Тиманской тундре. Жаль, что нет снимков Беловежской пуши и заповедника Аскания-Нова на юге Украины. В тексте эти заповедники охарактеризованы.

Академик В. А. Обручев



ОТВЕТЫ НА ВОПРОСЫ ЧИТАТЕЛЕЙ

ЖЕНЬ-ШЕНЬ КИТАЙСКИЙ

В. И. Писко (Чернигов, УССР) просит рассказать о растении жень-шень, его биологии и лекарственных свойствах. Публикуем на эту тему статью доктора биологических наук, профессора Н. Е. Кабанова (Институт леса Академии наук СССР).

Из числа многих ценных растений, широко распространенных в восточно-азиатской (китайской) народной медицине, видное место принадлежит жень-шеню китайскому (*Panax Ginseng* С. А. М.) из семейства аралиевых.

Жень-шень китайский (в переводе человек-корень, корень жизни)—травянистое многолетнее растение; он относится к числу древних реликтовых растений, естественно произрастающих в Восточной Азии. У нас на Дальнем Востоке он растет только в Приморском крае, известен также в Восточной горной Маньчжурии и Северной Корее.

Это — невысокое растение (30—50 сантиметров), с одним округлым крепким стеблем, имеющим наверху мутовку из двух-трех длиннорешковых, до основания пальчатопяти-семи-раздельных листьев (рис. 1). Долька листьев овально-продолговатой формы, с остропильчатыми краями. Из пазухи листьев выходит длинная цвето-

ножка, несущая простой зонтик бледнозеленых мелких (из пяти-шестнадцати и более — до 50) цветков, образующих светлокрасные двухгнездные ягоды, содержащие белые (бледножелтые) дисковидные семена (рис. 2). Корень—цилиндрический, ароматичный, мясистый, горьковато-сладкий на вкус, утолщенный наверху, снизу ветвистый, нередко 2—6-раздельный, что придает ему сходство с незамысловатой человеческой фигурой. Это дало повод наделять корень жень-шеня сверхчудодейственными свойствами. Наверху корень несколько утончается, его шейка заканчивается крупной почкой будущего нового стебля (рис. 3).

На всей морщинистой поверхности корня отчетливо выражены наверху мелкие, узкие кольца. Чем больше их и чем они резче, тем больше возрастает общая стоимость и ценность корня. Обычно он идет в производство, если его вес составляет 20—25 граммов. Встречаются корни, весящие до двухсот и более граммов; корень, весящий меньше 10 граммов, не используется.

В условиях Южного Приморья жень-шень начинает вегетировать 14—23 мая, полностью же листья распускаются 28—30 мая; начало

цветения приходится на 18—29 июня, конец на 27 июня — 7 июля, плоды начинают созревать 5—10 августа, созревают же окончательно 14—29 августа. Семени опадают 8—10 октября, полностью растение отмирает между 8—16 октября.

Растет жень-шень обычно одиночно, реже — небольшими группами (колониями), во влажных местах, на пологих юго-восточных, юго-западных и иногда южных склонах, в кедрово-широколиственных или широколиственных смешанных лесах. Северных склонов и глубоких сырых долин жень-шень избегает, предпочитая богатые, хорошо дренированные суглинистые и глинистые почвы; мирится он и со скелетными и каменистыми почвами. Растет он в тени, под пологом древесных и кустарниковых пород, избегая открытых и хорошо освещенных мест. Жень-шень требователен к повышенной влажности воздуха. Весьма чувствительный к лесным пожарам, сильным рубкам и всяким нарушениям лесного покрова и почвы, он в результате их начинает исчезать; если же шейка корня бывает повреждена, он в течение одного, двух и даже трех лет не выбрасывает стебля и, как принято говорить, «спит».



Рис. 1. Общий вид растения жень-шень

Фото Н. Кабанова

Яркоокрашенными в красный цвет семенами жень-шеня лакомятся мелкие птицы и особенно мелкие грызуны, вследствие чего в естественных условиях он возобновляется крайне слабо и редко. Не обладая никакими придатками для распространения, семена падают вблизи материнского растения и становятся легкой добычей грызунов и птиц.

С древнейших времен, благодаря своим ценным лекарственным свойствам, жень-шень считается одним из важных объектов поисков и заготовок специальными лицами — «корневщиками», «женьшенщиками», преимущественно китайцами и корейцами, которые и сложили вокруг этого корня много легенд, сказаний и поверий. Поиски и нахождение жень-шеня сопровождалось ранее исполнением ряда ритуальных религиозных обрядов: молений, причитаний, заклинаний, а также установкой особых знаков — указателей, затесок, «выжигов» на стволе корейского кедра после снятия с него

коры. Применялись и особые способы выкопки корня, его хранения, транспортировки, консервирования и т. п.

В настоящее время на Советском Дальнем Востоке промыслом жень-шеня занимаются охотники, колхозники, которые, разумеется, лишены подобных предрассудков и не соблюдают никаких обрядов.

В прежнее время купцы превратили жень-шень в предмет спекулятивной торговли, искусственно вздувая цены на него, доходившие до баснословных сумм (2500—3000 рублей за корень). Хищническое отношение к естественным запасам его в лесах привело к быстрому исчезновению растения, которое и без того не отпосится к числу часто встречаемых. Поэтому в Северной Корее, Восточной Маньчжурии и у нас в Приморье жень-шень культивировали, создавая плантации, число и местонахождение которых до революции ради повышения рыночных цен считалось секретным. Жень-шень разводился только семенами, реже — пересадкой из леса мелких корней, которые «дорастивались» до бытового размера на специально отведенных в тайге участках-плантациях.

Семена китайского жень-шеня дикого происхождения всходили через год — полтора, но так как они часто уничтожались птицами, грызунами, повреждались болезнями и т. п., растение не всегда могло в дальнейшем нормально развиваться.

Кроме того, раньше считалось, что выращенные в культурных условиях и «дорожные» корни жень-шеня в лекарственном отношении неполноценны и поэтому ценились значительно ниже корней, найденных в естественных условиях.

Как уже говорилось, народы Восточной Азии издавна приписывают жень-шеню высокие и разно-

образные лечебные свойства. Он считается средством борьбы со старостью, переутомлением, малокровием, расстройством деятельности ряда внутренних органов, с одной стороны, с другой — средством для повышения обмена веществ, тонуса половой жизни и т. п. Это побудило провести за последние годы серьезные экспериментальные работы как по глубокому физиологическому, биохимическому и клиническому испытанию растения, так и по разработке агротехники его выращивания для производственных целей.

В настоящее время советская наука накопила вполне достаточный материал, раскрывающий перспективы использования и применения жень-шеня китайского в медицине. Установлено, что он значительно повышает работоспособность человека, которая затем удерживается на таком уровне от одного до шести месяцев и после прекращения приема; обладает жень-шень и сильно стимулирующим действием, не уступающим наиболее активному стимулятору (смеси фенимина с прозергином), причем не оказывает отрицательного влияния на человеческий ор-



Рис. 2. Жень-шень в плодоносящем состоянии

Фото Д. Баландина

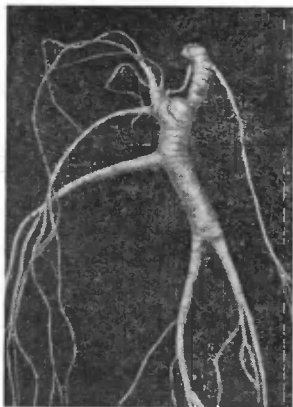


Рис. 3. Корень жень-шеня
Фото Н. Кабанова

гализм. Наконец, он повышает светочувствительность человеческого глаза в процессе темновой адаптации.

Химическое изучение показало, что корень жень-шеня содержит действующее начало в виде панаксозидов из группы глюкозидов, которые в нем во много раз активнее обычных препаратов жень-шеня в виде порошков, настоек, жидкого экстракта и других.

У народов Восточной Азии жень-шень применялся в виде отвара, настоя, пилюль, порошка и мази, однако точное назначение их и рецептура, вследствие профессионального засекречивания, до сих пор не известны.

Препараты жень-шеня, изготовленные нашей отечественной фармацевтической промышленностью, получили уже распространение и

используются по предписанию врача.

К роду жень-шеня относятся несколько видов: пятилистный (*Panax quinquefolium* L.), растущий в Северной Америке (от Канады до Миссури), который легко разводится в культуре и широко распространен в Северной Корее, Маньчжурии и Северном Китае, хотя ценность его невелика; ползучий (*Panax repens* Max), растущий в Японии, также невысокого качества; и ложнокитайский (*Panax Pseudo ginseng* Wall.), растущий в Ост-Индии. Наибольшую ценность во всех отношениях представляет жень-шень китайский (*Panax Ginseng* C. A. M.), который и следует культивировать в СССР.

Помимо охраны районов естественного произрастания жень-шеня в Приморском крае, проводятся работы по закладке производственных плантаций. Опыты разведения жень-шеня китайского должны быть распространены и за пределы естественных границ его произрастания. В числе таких районов в первую очередь следует назвать Кавказ, отчасти — Карпаты, где в естественном растительном покрове отмечаются богатейшие широколиственные леса и где в течение вегетационного периода наблюдается повышенная влажность воздуха, столь нужная жень-шеню.

Научные исследования жень-шеня в основном осуществляет

Дальневосточный филиал имени В. Л. Комарова Академии наук СССР во Владивостоке и некоторые другие учреждения.

В печати ему было посвящено значительное число работ, в которых лучше всего освещены вопросы морфологии, биологии и географии жень-шеня. Недавно И. В. Грушевицкий¹ описал также одну из важных его биологических особенностей — «втягивающие корни». Заключается она в том, что ко времени окончания периода вегетации растение втягивает в почву ежегодно увеличивающееся корневище (шейку корня), предохраняя себя от различных неблагоприятных климатических невзгод и повреждений со стороны животных, насекомых и т. д. Вопросы клинико-фармакологического изучения корня жень-шеня освещены только недавно благодаря работам Военно-морской медицинской академии.

Несомненно, научные исследования помогут в дальнейшем превратить корень жень-шеня из редкого и загадочного в прошлом лекарственного объекта в ценное лечебное средство, повсеместно доступное и широко используемое в советском здравоохранении.

¹ И. В. Грушевицкий. «Втягивающие корни» — важная биологическая особенность жень-шеня (*Panax Ginseng* C. A. M.). «Ботанический журнал», № 5, 1952.

ЧАЙНЫЙ ГРИБ

Г. Ф. Дергач (город Николаев Областной), И. П. Завьялов (Москва), З. К. Смирнова (город Карабаи, Челябинской области) интересуются природой и лечебными свойствами так называемого чайного гриба. На их вопросы отвечает кандидат фармацевтических наук Е. Ю. Шасс.

Так называемый чайный гриб, имеющий и ряд других названий (индийский, японский, морской, лионский, маньчжурский, японская матка, волжская медуза, камбуха), появился у нас после 1905 года сначала в Прибалтике,

затем в Поволжье, откуда распространился по всей стране.

Гриб этот выращивается в стеклянных банках, на подсахаренном жидком настое чая (100—150 граммов сахара на литр кипяченой воды с чаем). В литературе

есть сведения, что наиболее эффективное антибактериальное действие гриба наступает через 8 суток: получается приятный, кислотный, слегка газированный напиток, охотно употребляемый населением.

Чайный гриб, по определению А. А. Бачинской, представляет собой сочетание двух микроорганизмов: дрожжевого гриба *Torula*, сбраживающего сахар с образованием спирта и углекислого газа, и уксуснокислой бактерии *Bacterium xylinum*, сбраживающей спирт до уксусной кислоты. Ранее Линдау без основания назвал вид дрожжей как новый род — *Medusomyces Gisevii*. Название это было отвергнуто.

По исследованиям других авторов, в указанном сочетании принимает участие еще другая бактерия уксуснокислого брожения, а именно *Bacterium gluconicum*. По литературным данным, кофеин (из чая) при брожении остается в напитке в неизменном состоянии, виноградный же сахар превращается в глюкозную, а левулозу — в уксусную кислоту.

Некоторые исследователи предполагают, что наиболее активной составной частью настоя гриба является глюконовая кислота; освежающее и слегка слабительное действие ее приближается к действию лимонной, яблочной и виннокаменной кислоты. М. Н. Варлаков считает, что механизм действия этих кислот, в особенности лимонной, заключается в повышении буферных свойств крови, что ведет, следовательно, к ак-

тивации обмена веществ. С этой точки зрения глюконовая кислота, образуемая в чайном грибе, может оказаться полезной.

«Тело гриба» представляет собой толстую пленку, хрящевато-слизистую и расслаивающуюся, гладкую сверху и волокнисто-лохматую снизу, непривлекательного грязновато-белого цвета, которая внешне напоминает медузу. Чайный гриб размножается очень легко — простым отделением кусочков, помещаемых в такую же среду подсахаренного чая, где они быстро разрастаются.

В Советском Союзе изучением этого гриба, и в частности, морфолого-физиологическими особенностями его, занимались многие ученые (например, А. А. Бачинская, профессора Д. М. Щербачев, Л. И. Курсанов, Л. Д. Кашевник и другие). Исследования отечественных ученых показали, что настой гриба обладает способностью задерживать рост бактерий (бактериостатическое действие) и иногда убивать их (бактерицидное действие). Эти свойства зависят от степени кислотности настоя, возрастающей по мере наставания.

Одни авторы установили, что экстракт чайного гриба содержит вещества, препятствующие росту определенных бактерий. Другие нашли, что настой гриба в разведении 1 : 10⁶ проявляет антибактериальное действие в отношении золотистого стафилококка и кишечной палочки. Вопрос о том, обладает ли настой гриба антибиотическими свойствами, требует дальнейшего изучения.

Е. К. Наумовой получен концентрат чайного гриба (путем выпаривания настоя до 1/10 первоначального объема), названный ею медузин, действующий на грамположительные и грамотрицательные бактерии, при 1—2-процентной концентрации бактериостатически, а при 2—3-процентной концентрации бактерицидно. Побочного вредного действия препарат не оказывает. Есть предположение, что медузин может быть использован при воспалительных процессах конъюнктивы глаз.

Профессор Г. А. Шакарян и доцент Л. Т. Даниелова, исследуя в 1948 году чайный гриб, также нашли, что он обладает бактериостатическим и бактерицидным действием. Из водного настоя ими получен препарат, названный бактериоцидин, применяемый парентерально (минуя пищеварительный канал) против анаэробной дизентерии и коли-бациллез аягн.

С 1950 года врачи омских клиник стали успешно лечить ангины, притом стрептококковые (полоскание горла), а также некоторые энтероколиты («Терапевтический архив», 1951, № 1) семи-восьмисуточным настоем гриба. Их опыты и наблюдения продолжают как над стационарными, так и над амбулаторными больными.

Приведенные данные показывают, что при некоторых заболеваниях настоек чайного гриба может оказаться полезным. О каком-нибудь вредном, тем более канцерогенном его действии данных у нас нет.

ЛИТЕРАТУРА

А. А. Бачинская. О распространении чайного кваса, «Микробиология», 1914, № 1—2. М. Н. Варлаков. О стимулирующем действии китайского лимонника, «Фармация», 1944, № 6. В. П. Васильков. О чайном грибе, «Природа», 1950, № 7. Л. Д. Кашевник. О неко-

торых биохимических особенностях так называемого «чайного гриба». Труды Архангельского государственного медицинского института, вып. 5. Л. Д. Кашевник, В. И. Рюмина, Г. Е. Неболюбова. Материалы к биохимии так называемого «чайного гриба». Труды

Томского медицинского института, 1946, т. XIII. Е. К. Наумова. Медузин — новое антибиотическое вещество, Автореферат, Казань, 1949. Тиндигник и Фин-Сабинская. К вопросу о терапевтических свойствах «чайного гриба», Терапевтический архив, 1951, № 1. Г. А. Шакарян

и Л. Т. Даниелова. Антибиотические свойства настоя гриба *Medusomyces Gisevi* (чайного гриба). Труды Ереванского зооветинститута, 1948,

вып. 10. Они же. Лечебные свойства чайного гриба. «Ветеринария», 1949, № 10. Е. Ю. Шасс. Японский или чайный гриб. «Врачебное дело»,

1950, № 4. М. И. Шубов. К вопросу о значении настоя так называемого «чайного гриба», как терапевтического средства. «Врачебное дело», 1947, № 6.

О ВИТАМИНЕ Р

А. Н. Чиннов (г.с.р.д. Тамбов) просит рассказать о недавно открытом витамине Р, о его действии на организм человека и о том, в каких овощах и фруктах он содержится. На этот вопрос отвечает Л. С. Теумин.

Первые сведения о существовании витамина Р, обладающего свойством укреплять капилляры (тончайшие кровеносные сосуды), появились в литературе сравнительно недавно — в 1936 году. Было обнаружено, что красный венгерский перец и сок лимона содержат вещество, способное повышать прочность капилляров человека и снижать их проницаемость. Оказалось, что это вещество не является аскорбиновой кислотой (витамином С), а только сопутствует ей в растительных продуктах.

Чистая аскорбиновая кислота не устраняет заболеваний организма, связанных с повышенной проницаемостью капилляров и

слабостью их стенок (самопроизвольные кровотечения и кровоизлияния.)

Вещество, устраняющее повышенную проницаемость и хрупкость капилляров, было названо витамином Р (витамин проницаемости). Кроме того, оказалось, что витамин Р способствует накоплению в тканях витамина С.

В настоящее время к витамину Р относят многие красящие дубильные вещества растений. Согласно исследованиям советского ученого А. Л. Курсанова, наиболее активный из них — чайный таннин, который представляет собой смесь катехинов и их галловых эфиров. Помимо чая, богатым источником витамина Р служат плоды лимонного дерева. Много витамина Р содержится в стручковом перце, плодах шиповника, незрелых плодах грецкого ореха, черной смородины, в винограде и сливах.

Вопрос о биологическом дей-

ствии витамина Р и необходимости его для человека еще недостаточно изучен.

Витамин Р следует отличать от витамина РР (никотиновая кислота), отсутствие или недостаток которого в пище приводит к заболеванию пеллагрой, откуда и его название: витамин РР — «против пеллагры». Эта болезнь сопровождается поражением кожи, нарушением нормальной работы желудка и кишечника и нервными расстройствами. Пеллагра распространена среди беднейшего населения Италии, США и Африки и связана с преобладанием в пище кукурузы. Кукуруза очень бедна витамином РР, а в ее белке мало аминокислоты — триптофана. Именно это сочетание особенно способствует развитию авитаминоза.

Наиболее богаты витамином РР дрожжи, отруби, пшеничные зародыши, печень и почки животных.

ПОПРАВКА

В № 1 журнала за 1953 год в подписи к схеме размещения водных путей (вклейка между страницами 8—9) следует читать: 9. Невинномысский оросительный канал. 10. Оросительный канал имени В. И. Ленина.

АДРЕС РЕДАКЦИИ: Москва, Пятницкая, 48, тел. В 1-54-61

Подписано к печати 29.IV 1953 г.
Уч.-изд. л. 13,57.

Т-04203.
Бум. л. 4.

Формат 82×108¹/₁₆.
Тираж 42 000 экз.

Печ. л. 13,12+2 вклейки.
Заказ № 1068

7 руб.