

Цена 3 руб.

3058

4к
487

К СВЕДЕНИЮ ПОДПИСЧИКОВ

В 1945 г. будет выпущен сверх годового комплекта дополнительный, 50-й том журнала

«ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК СССР»
(русское и иностранное издания)

объемом 45 печатных листов

Цена тома 36 руб.

Подписка принимается до 1 сентября 1945 г.
в Отделениях «Союзпечати», а также
Конторой «Академкнига» — Москва, Волхонка, 14 и ее
Отделениями: в Ленинграде — Литейный, 53а,
Свердловске — ул. Малышева, 58 и
Ташкенте — Пушкинская, 31.

«АКАДЕМКНИГА»

ВОЗОБНОВЛЯЕТСЯ ВЫХОД

«ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ЖУРНАЛА СССР им. СЕЧЕНОВА»

Отв. редактор — академик *Л. А. Орбели*

«Физиологический журнал СССР им. Сеченова», основанный в 1917 г., рассчитан на физиологов, фармакологов, биохимиков, биологов и врачей всех специальностей.

В журнале помещаются оригинальные исследования советских физиологов и фармакологов, обзорные статьи по актуальным проблемам физиологии, исследования по истории физиологии и библиография.

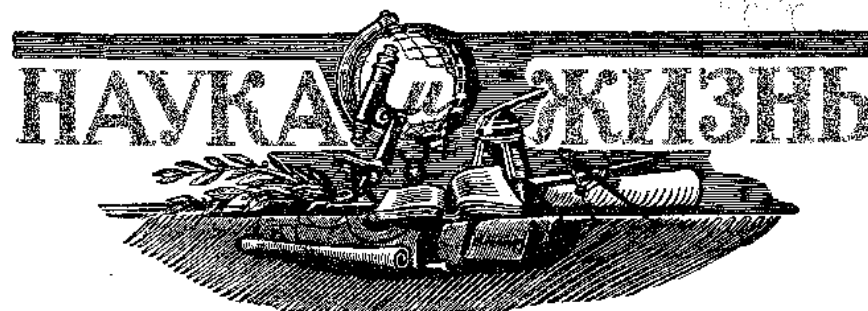
В 1945 г. будет издано три выпуска. Первый выпуск выйдет в августе.

Подписная плата за 3 выпуска 24 руб.

Подписка принимается до 1 августа 1945 г. в Отделениях «Союзпечати», а также конторой «Академкнига», Москва, Волхонка, 14 и ее Отделениями:

в Ленинграде — Литейный проспект, 53а.
в Свердловске — ул. Малышева, 58 и
в Ташкенте — Пушкинская ул., 31

«АКАДЕМКНИГА»



7

1945

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

СОДЕРЖАНИЕ

Президент Академии Наук СССР, академик В. Л. Комаров. 220 ЛЕТ АКАДЕМИИ НАУК СССР	1
Академик А. И. Алиханов. КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ	5
Е. Л. Кринов. КОМЕТЫ И ПАДАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ	12
Член-корр. Академии Наук СССР А. Д. Удальцов. ПРОИСХОЖДЕНИЕ РУССКОГО НАРОДА	16
Кандидат биологич. наук В. В. Сахаров. КОЛХИЦИН	18

В помощь лектору

Доктор физико-математ. наук Б. Л. Дзердзеевский. ОБЛАКА И ОСАДКИ . .	23
--	----

Жизнь научных учреждений и научных обществ

К. И. Шафрановский. БИБЛИОТЕКА АКАДЕМИИ НАУК СССР	30
---	----

Из истории науки и техники

Академик Л. Д. Шевяков. ЛОМОНОСОВ И РУССКАЯ ГЕОЛОГИЯ, ГОРНОЕ ДЕЛО И МЕТАЛЛУРГИЯ	33
Академик В. Н. Образцов. РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ В СССР	37

Юбилей и даты

Доцент В. Л. Маковский. МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН	40
Кандидат техн. наук А. В. Храмой. ВШНЕГРАДСКИЙ — РУССКИЙ УЧЕНЫЙ И ИНЖЕНЕР (К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ)	45

Разное

(3-я стр. обложки)

Адрес редакции:

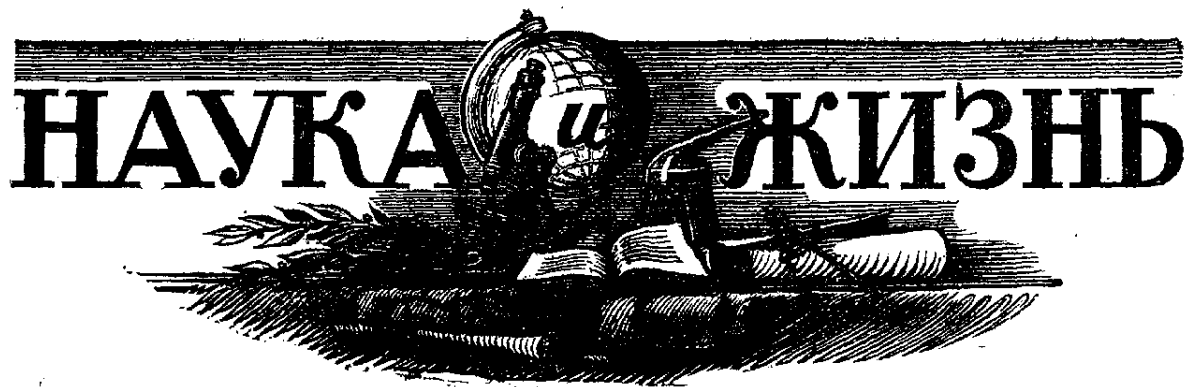
Москва, Волхонка, 14

Ответственный редактор профессор **Ф. Н. ПЕТРОВ**

Заместитель ответственного редактора **Н. С. Дороватовский**

Подписано к печати 18.VII. 1945	А19975	Печ. л. 6
Тираж 35000.	Цена 3 руб.	Учетно-издат. л. 9,25 Заказ 448

2-я типография издательства Академии Наук СССР,
Москва, Шубинский пер., 10



НАУЧНО-ПОПУЛЯРНЫЙ ЖУРНАЛ

7

1945

220 лет АКАДЕМИИ НАУК СССР

Президент Академии Наук СССР академик
В. Л. КОМАРОВ

Радостный великий час — час победы настал. Красная Армия водрузила знамя победы над Берлином, уничтожила цитадель фашистского зверя, заставила Германию капитулировать.

Чувства, которые испытывает наш народ, чувства, которые испытываю я — старый русский ученый, трудно передать словами. Радость, охватившая нас, гордость и благодарность советским воинам и гению-вдохновителю нашей победы — И. В. Сталину настолько велики, что словами их выразить очень трудно.

Когда я думаю о нашей советской земле, мне вспоминается сад, возвращенный Иваном Владимировичем Митуриним. Его заполняли прекрасные плоды земли и труда. В этом цветущем уголке мысль неслась к цветущим и плодоносным просторам нашей Родины, которую благодатная, неисчерпаемо богатая природа и самоотверженный труд миллионов людей сделали цветущим садом. Фашисты хотели уничтожить этот цветущий сад. Моторизованная гитлеровская орда обрушилась, как смертоносный ураган, на нашу Родину. Наш народ встал во весь свой исполинский рост на защиту своего отечества; вел его на борьбу гений человечества — Сталин.

Нам дороги леса и степи Родины, ее ландшафт, ее небо. Нам дороги ее богатства и ценности и еще более нам дороги наши люди — творцы и ге-

рои, благородный, вольный, талантливыи советский народ.

Защитить свой народ, свою страну было благородной задачей Красной Армии. Никогда не изгладятся из памяти подвиги защитников Родины. С благодарностью будет славить потомство их имена.

В светлые дни торжества мы вместе с именами отважных пехотинцев, летчиков, артиллеристов произносим также имена скромных тружеников войны и победы — советских ученых. В новых станках, созданных советскими конструкторами, заложен стахановский труд рабочих, овладевших наукой. Наука проникает в тайны строения вещества, отодвигает смерть, создает новые формы живой природы, новые виды растений и животных, строит самолеты-молнии и гигантские гидростанции.

Замечательный русский ученый Иван Петрович Павлов в своем завещании молодежи писал перед смертью: «наша Родина открывает большие просторы перед учеными и, нужно отдать должное, — науку щедро вводит в жизнь в нашей стране. До последней степени щедро».

Показателем внимания и заботы нашего народа и правительства к развитию науки является торжественное празднование 220-летнего юбилея Академии Наук.

Российская Академия Наук основана Петром I. Эпоха Петра — эпоха больших, важных преобразований, упрочивших положение России как крупнейшей мировой державы. В стране развивались торговля и промышленность, русский народ возводил крепости и порты, соединял реки и каналы, создал могущественную армию и первоклассный флот. Петр I снарядил великую экспедицию для выяснения вопроса о том, соединяются ли северные берега России с американским материком или отделяются морем. Пушкин писал об эпохе Петра: «Россия вошла в Европу как спущенный корабль — при стуке топора и при громе пушек. Но войны, предпринятые Петром Великим, были благодетельны и плодотворны. Успех народного преобразования был следствием Полтавской битвы, и европейское просвещение причаило к берегам завоеванной Невы».

Создание Академии Наук в России явилось закономерным результатом глубоких исторических сдвигов, которые переживала страна в эпоху Петра. Основание Академии Наук не было случайным и одиноким явлением, оно органически вытекало из естественного хода исторического развития великой державы. Культура и наука в России, уходящие своими глубокими корнями в блестящую культуру Киевской Руси, к началу XVIII столетия, достигли значительного развития, и создание Академии Наук было венцом всего предшествующего развития русской культуры и вместе с тем отражало большой экономический и культурный подъем России и отвечало новым потребностям растущей страны.

Петр был не одинок в своих стремлениях к просвещению народа. Его современниками в начале XVIII в. были историк В. Н. Татищев, географ И. К. Кириллов, самородок-экономист И. Т. Посошков, сторонник петровских реформ архиепископ Феофан Прокопович и другие. Они оказывали поддержку Петру в его смелых преобразовательных замыслах и в его стремлении «сделать Академию».

Указ об учреждении Академии Петр подписал 28 января 1724 г. Начала работать Академия в 1725 г. В Петербургскую Академию были приглашены выдающиеся ученые: Леонард Эйлер, Даниил Бернулли, Иосиф-Николай Делиль и другие. А через 15 лет русский народ дал Академии Наук своего гениального ученого — академика Михаила Васильевича Ломоносова.

Имеются имена, которыми народы отмечают целые эпохи в своей истории. К таким именам американский народ относит начинателя всех общественно-полезных учреждений Соединенных Штатов, вдохновителя революционной борьбы и замечательного ученого Бенямина Франклина. К таким именам русский народ относит Ломоносова. Ломоносов сделал важные открытия в различных областях физики, химии, географии, астрономии, геологии, металлургии. Он развил молекулярную теорию газов, предвосхитил закон сохранения вещества и энергии, дал оригинальную теорию света, разработал технологию стекла, сконструировал оптические инструменты, создал монументальные мозаичные картины, проводил астрономические, геологические, географические изыскания, создал бессмертные труды по теории поэзии и русской истории. Он является творцом первой русской грамматики.

Вскоре после своего основания, Петербургская Академия Наук получила всемирное признание и известность. В 1728 г. начали издаваться ученые труды Академии под названием «Академические комментарии». В 1734 г. Бернулли писал Эйлеру:

«не могу Вам довольно объяснить, с какой жадностью спрашивают о Петербургских мемуарах». А физик Бюльфингер в 1731 г. говорил: «кто хочет основательно научиться естественным и математическим наукам, тот отправляйся в Париж, Лондон и Петербург. Там ученые мужи по всякой части и запас инструментов. Петр, сведущий сам в этих науках, умел собрать все, что для них необходимо. Он собрал отличный запас книг, дорогие инструменты, заморские редкости природы, искусственные произведения, словом все признанное знатоками за достойное уважения».

В XVIII в. деятельность Академии Наук развивалась в двух главных направлениях: с одной стороны, математические и естественные науки, представленные Эйлером и его русскими учениками, и с другой стороны — изучение природных ресурсов России, состава ее населения, географических очертаний страны.

В грандиозных по своим масштабам и задачам экспедициях, организованных Академией Наук во второй половине XVIII столетия, приняли участие Паллас, Гмелин, Русовский, Лепехин, Зуев, Севергин, Озерецковский, Крашенинников. Их труды по изучению Европейской и Азиатской России дали повод иностранцам сказать, что ни одна другая страна не была изучена в то время так полно, как Россия.

В XIX в. мы также знаем много замечательных русских ученых, которые вошли в историю науки, именами которых отмечены поворотные этапы в развитии человеческого знания, которые основали новые научные дисциплины. К этим именам относятся прежде всего Лобачевский, Менделеев, Чебышев, Сеченов, Мечников. Но особенностью этих ученых в условиях царской России было то, что они часто оставались одинокими, замкнутыми, оторванными от народа. Октябрьская революция, свергнувшая реакционное, деспотическое самодержавие, разрушила искусственный барьер между наукой и народом, уничтожила средостение между наукой и жизнью и в небывалой степени расширила горизонт науки.

СССР — страна подлинного расцвета культуры и науки. В стране созданы исключительные возможности научной, творческой, изобретательской работы. Миллиарды рублей отпускает ежегодно советское правительство на развитие науки. Вместо 5 600 научных сотрудников, имевшихся в России до революции, теперь насчитывается около 100 тысяч. Перед Великой отечественной войной более четверти всего населения страны обучалось в школах. За одно только пятилетие было построено 18 тысяч новых школ.

Грандиозное строительство в нашей стране открыло перед людьми советской науки небывалые возможности научного творчества. Советские ученые служат народу не по принуждению, а добровольно, с охотой, они имеют смелость отбрасывать устаревшие традиции, ломать отжившие представления. Новаторство, дерзновение в научных исканиях — вот характерная черта передового советского ученого.

Советские люди имеют перед собой пример подлинных мужей науки — Ленина и Сталина, величайших мастеров научного коммунизма, давших гениальные образцы сочетания лучших научных традиций с самой смелой ломкой устаревших традиций и проложивших новые пути в человеческой истории.

Советская наука имеет выдающиеся достижения во многих областях. Всему миру известны гениальные работы Ивана Петровича Павлова, ко-

который создал новую эпоху в физиологии. Огромную практическую пользу принесли труды академиков-реформаторов почвоведения Глинки и Гедройца; академика Костычева, разработавшего учение о брожении; академиков Вернадского и Ферсмана, положивших начало изучению геохимических процессов в нашей стране; академика Северцова — основателя эволюционной и морфологической школы; блестящей плеяды химиков — академика Баха, создателя советской биохимии, академика Курнакова с его теорией химического анализа, академика Фаворского, построившего новую теорию синтеза и обосновавшего ряд новых промышленных процессов, академика Зелинского, разработавшего чрезвычайно важный вопрос о синтетическом топливе.

Огромную практическую пользу социалистическому строительству принесли работы академика Губкина в области геологии нефти. Около 200 лет назад Гольдбах поставил одну из труднейших проблем теории чисел, в 1937 г. советскому академику Виноградову удалось дать блестящее решение этой проблемы. Крупнейший советский ученый-языковед Марр создал новое учение о языке. К числу классических работ по геологии относятся труды по исторической геологии Европейской части СССР, по тектонике и стратиграфии Урала академика А. П. Карпинского.

Советские ученые сыграли огромную роль в разгроме гитлеровской Германии. Во имя свободы, во имя спасения Родины, во имя счастья всего человечества работали они в годы Великой отечественной войны.

Товарищ Сталин дал развернутую программу деятельности Академии Наук в дни войны. В телеграмме на мое имя в начале 1942 г. товарищ Сталин писал:

«Надеюсь, что Академия Наук СССР возглавит движение новаторов в области науки и производства и станет центром передовой советской науки в развертывающейся борьбе со злейшим врагом нашего народа и всех других свободлюбивых народов — немецким фашизмом. Правительство Советского Союза выражает уверенность в том, что в суровое время Великой отечественной войны советского народа против немецких оккупантов Академия Наук СССР, возглавляемая Вами, с честью выполнит свой высокий патриотический долг перед Родиной».

Эти слова великого вождя стали девизом нашей работы.

В нашей Академии Наук много замечательных ученых, прекрасных людей, идейных и талантливых. С ними мы прошли через все испытания войны.

Вместе со всей страной и Академия переживала трудные дни. Осенью 1941 г. большая часть наших институтов была эвакуирована. В Свердловск, Казань, в Среднюю Азию шли поезда с оборудованием институтов, лабораторий, музеев, библиотек. Затем в короткий срок наши технические, физические, химические и другие институты обосновались на новых местах. С первых же дней они включились в работу для обороны. Они разрабатывали новые технологические процессы, пускали в дело местное сырье и топливо. Они создавали новые виды грозного оружия — танки, самолеты, пушки. Промышленность каждый день ставила перед учеными новые и новые задачи.

Биологи и врачи перенесли свои лаборатории в полевые госпитали. Весь запас теоретических знаний, все свои силы они отдавали спасению жизни раненых бойцов. Если на десять тысяч раненых были только единичные случаи столбняка и

газовой гангрены, то в этом заслуга наших ученых — биологов и врачей. Они отыскивали новые сыворотки, новые лекарства и витамины.

И в самые напряженные времена не прекращались теоретические работы. За время войны много новых интересных и важных исследований сделали наши ученые. Защиты научных диссертаций были так же часты, как и до войны.

Десятки научных экспедиций продолжали свои работы в горах, на морях, на полярных станциях, в пустынях.

По сталинскому плану обороны тяжелая промышленность перебазировалась на Восток, в основном — на Урал. На новых местах вызвали к жизни заводы и фабрики. Один за другим вступали в строй предприятия. Ни на одной географической карте не обозначены эти новые, войной рожденные города и поселки. Но их хорошо знает весь мир.

Урал стал могучим арсеналом, единым, огромным заводом оружия. Урал участвовал в каждой битве, в каждом наступлении советских воинов. Уральские танки, пушки, бронемашины, самолеты требовали для себя стали и чугуна, легких металлов, специальных сплавов, угля, энергии, химической продукции. Все это нужно было давать быстро и в громадном количестве.

Осенью 1941 г. в Свердловске начала работать Комиссия Академии Наук СССР по мобилизации ресурсов Урала на нужды обороны. Бригады ученых и инженеров — практиков геологов, химиков, горняков, металлургов рассыпались по всему Уралу. Они отыскивали новые, удобные для быстрой эксплуатации месторождения, определяли качество руд, искали новые строительные материалы, указывали места новых трасс для железных дорог.

Получение специальных сталей, магния, алюминия, марганца, угля, электроэнергии — основные проблемы Урала. Решение этих проблем требует научной изобретательности, знаний, неустомимого труда.

Но когда геолог ищет новые руды и знает при этом, что они пойдут на броню наших танков, то силы его удесятеляются. Когда технолог находит новые пути для выплавки этих руд и знает, что новые металлы нужны для боевых машин, то его изобретательность и научная смелость возрастают во много раз. Перестройка каждого завода, перевод его на новое топливо, на новое сырье требовали большой практической и научной работы. Каждый такой завод был сразу и исследовательской лабораторией и инженерным сооружением.

Железные дороги должны были перевозить без задержек все, что готовил Урал. Ученые-транспортники много сделали для того, чтобы уральское оружие шло к фронту непрерывно, без задержек.

Кроме оружия, нужен был хлеб, и борьба за высокие урожаи стала борьбой за победу. На Севере агрономы прививали такие культуры, которых не было там до войны. Например, сахарная свекла не росла раньше в Сибири и на Урале, а теперь ею засеваются там целые поля.

Во всех уголках Советского Союза работают научные экспедиции Академии Наук. В бакирских и волжских степях, в Киргизии и Казахстане, на Кавказе, на Дону и в Заполярье — везде ищут, изучают, строят люди науки. Наше правительство высоко оценивает их самоотверженную работу.

Празднование 220-летнего юбилея Академии Наук СССР — большой триумф советской науки. К своему юбилею многотысячный коллектив Ака-

демии Наук пришел в полном расцвете своих творческих сил.

Великий Советский Союз победил! Мирная, радостная работа ждет всех нас. Наша Родина переживает великий творческий подъем. Созданное Лениным и Сталиным Советское государство выдержало величайшее испытание. Как никогда, вырос международный авторитет Советского Союза, в котором все прогрессивное человечество видит надежный оплот мира, справедливости и свободы.

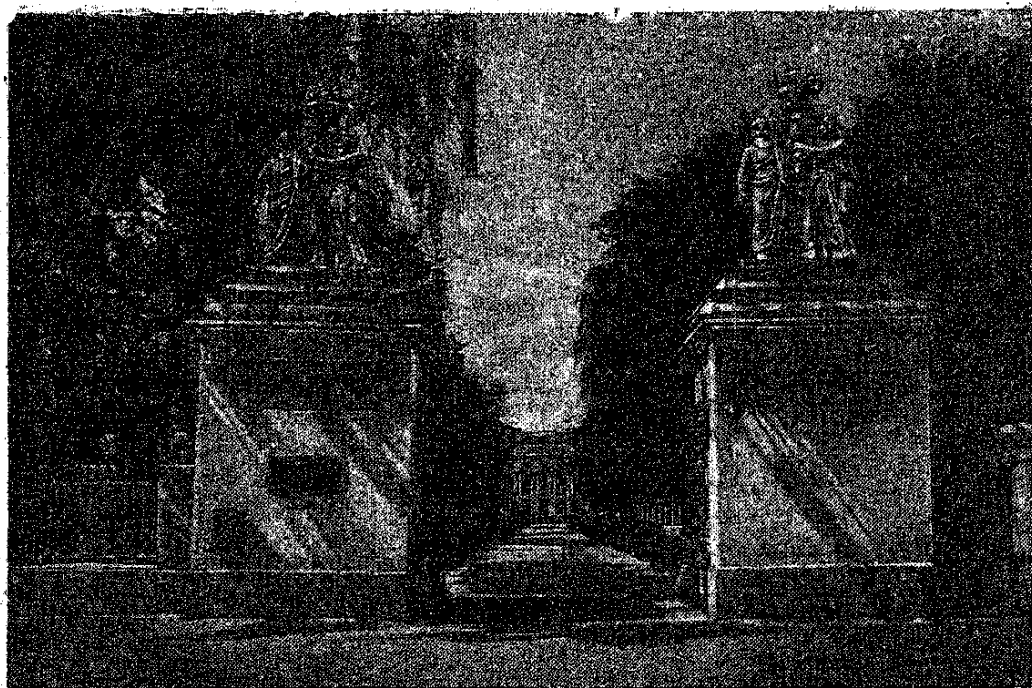
Еще в 1943 г. на Сентябрьской сессии Академии Наук СССР мы наметили план грандиозной и увлекательной задачи быстрее восстановления освобожденной советской земли.

Какую более благородную и высокую задачу можно поставить перед учеными, чем задачу в короткий срок вдохнуть новую жизнь в разрушенные города и села! Вернуть радость людям, открыть школы детям, приобщить девушек и юношей к науке, вновь включить в творческую жизнь советских мужчин и женщин, открыть больницы, восстановить университеты, лаборато-

рии, институты, оживить искалеченные машины, зажечь домны, заставить истоптанные немцами поля давать высокие урожаи. Практически это означает — полностью восстановить Донбасс, возродить металлургию Юга, восстановить и расширить сеть наших железных дорог, увеличить посевы хлебов и многое другое. Вот те задачи, над которыми сейчас деятельно и энергично работает Академия Наук, задачи, поставленные перед нами большевистской партией, партией Ленина — Сталина, вдохновителем и организатором нашей победы.

Все наши мысли и чувства обращены сейчас к И. В. Сталину. Мы все обязаны ему победой. Иосиф Виссарионович помогает каждому человеку жить и творить. Мы, ученые, обязаны Иосифу Виссарионовичу всем лучшим, что есть в нашей жизни, — возможностью отдать все наши силы народу.

С верой в счастливое будущее мы вступаем в период мирного развития. Советские ученые выполнили свой долг в Отечественной войне. Они выполняют его и в мирном строительстве.



*Здание Президиума Академии Наук СССР в Москве
Главный вход*

КОСМИЧЕСКИЕ ЛУЧИ

Академик

А. И. АЛИХАНОВ

I. Космические лучи и строение вещества

Уже само название «Космические лучи» несомненно настраивает читателей на определенный лад.

Представляется, что речь будет идти о чем-то, происходящем очень, очень далеко от нас и имеющем чрезвычайно малое отношение к нашим земным интересам, даже чисто научным. Реакция читателя, соответственно, зависит от его вкусов. Если он несколько склонен к размышлениям о вселенной, о ничтожности нашей планеты — Земли — в масштабах вселенной, то несомненно он прочтает о космических лучах с большим интересом.

Центр тяжести интересов физиков, занимающихся космическими лучами, не в том, где и как во вселенной получаются космические лучи и как они доходят до нашей планеты, а в том, что с ними происходит на нашей планете, каково действие их на частицы вещества, какие изменения происходят с атомами вещества под действием этих лучей и что происходит с самими лучами по мере прохождения через большие слои вещества.

И это отнюдь не случайно. Быстрые частицы, приходящие из мирового пространства и потому называемые космическими лучами, благодаря огромной скорости проникают, можно сказать, в самое святое святых веществ, разрушают самые прочные атомы. Этим самым космические частицы дают нам чуть ли не единственную возможность узнать о свойствах так называемых элементарных частиц, т. е. частиц, из которых строится вещество, или, как иногда говорят, о свойствах самих «кирпичиков мироздания».

Таким образом, космические частицы в некоторых случаях единственное средство проникнуть в тайны строения вещества.

А изучение строения вещества было и остается центральной задачей физики. Уже давно прошли те времена, когда физика занималась свойствами и движением тел, т. е. предметов, которые можно видеть, взять в руки и прощупать. Уже около 40 лет интересы физиков перешли к телам микроскопическим, к элементам вещества: атомам, электронам, атомным ядрам.

Эти 40 лет работы дали огромные результаты, из которых многие вошли в повседневную жизнь. Удалось не только разобраться в том, из чего построен атом — элементарный представитель данного элемента, но и как он построен, а на этом основании физически обосновать периодическую таблицу элементов. Кроме того, удалось дать физическое представление и обоснование законам химии — науки о соединении атомов друг с другом, удалось понять, как атомы излучают и поглощают свет, рентгеновские лучи, растолковать и

понять спектры светового излучения элементов и т. д.

Все это оказалось возможным благодаря тому, что были открыты законы движения частиц, входящих в состав атома, т. е. законы движения отрицательно заряженных частиц — электронов — вокруг положительно заряженного ядра.

Эти законы так называемой квантовой механики оказались отнюдь не похожими на законы, которые нам известны из повседневной жизни для больших тел и из астрономии для небесных тел, т. е. законы классической механики.

Более того, пришлось коренным образом пересмотреть твердо установившиеся принципиальные представления о том, что есть частица, что есть волна, как надо понимать причинность событий и т. д. Очень часто говорят, что строение атома очень схоже со строением планетной системы. Так же как в планетной системе, в центре атома находится тяжелое положительно заряженное ядро очень малых размеров, и на громадных расстояниях от него (громадных, конечно, в сравнении с размерами ядра) вращаются по замкнутым орбитам отрицательные электроны — частицы тоже очень малых размеров и, кроме того, в тысячи раз более легкие, чем ядро. Число их таково, что отрицательный заряд всех электронов точно равен положительному заряду ядра, так что в нормальном состоянии атом нейтрален.

Эта картина действительно очень похожа на Солнце и планеты, вращающиеся вокруг него. Более того, закон сил притяжения с расстоянием в обоих случаях одинаков, хотя сами силы в этих двух случаях совершенно различны.

В одном случае сила притяжения электрических зарядов, в другом — сила тяготения — притяжения масс. Если электрон отодвинуть от ядра на вдвое большее расстояние, то электрическая сила притяжения станет меньше в четыре раза; если на втрое большее, то в девять раз и т. д. То же самое имеет место в астрономии для притяжения масс.

Никак не следует думать, что сила притяжения массы электрона массой ядра играет какую-либо роль в атоме. Конечно, эта сила притяжения масс существует и в атоме, но из-за ничтожности масс эта сила совершенно ничтожна в сравнении с силой притяжения электрической. Если бы ядро и электрон не имели заряда, то сила притяжения массы электрона и массы ядра не смогла бы удержать электрон вблизи ядра и атом не получился бы. В этом первая разница между атомом и планетой с системой.

Но между этими двумя системами имеется еще одна огромная разница, заключающаяся в том, что эти две системы на самом деле подчиняются различным законам движения, настолько различ-

ным, что когда мы начнем применять микроскопическую механику, квантовую механику к атому, то от наглядной картины «планетной системы» мало что останется.

О законах квантовой механики и их смысле надо писать особо, и поэтому я ограничусь сейчас только этими несколькими фразами. Они нужны для того, чтобы было ясно, что не всегда можно дать наглядную картину процессам, в которых что-либо происходит с атомами, электронами, ядрами и т. д.

II. Частицы больших и сверхбольших энергий

Строение атомного ядра, его свойства привлекали к себе внимание всей мировой физики в такой же степени, если не в большей, как два-три десятилетия тому назад приковал к себе внимание атом. При этом история развития физики атомного ядра показала, что изучение космических лучей, процессов, которые происходят при их столкновении с атомами, ядрами, электронами, дает нам, пожалуй, самые ценные сведения о свойствах частиц, входящих в состав ядра, и о силах, связывающих частицы в ядре.

Вот откуда происходит у физиков повышенный интерес к этим сверхбыстрым частицам из мирового пространства, которые, казалось бы, больше должны привлекать внимание астрофизиков. Конечно, мы ничего не знаем о том, где космические лучи возникают, когда они возникли (вопрос совершенно уместный, когда речь идет о вселенной). Более того, мы не можем с полной уверенностью ответить на вопрос о том, какие именно заряженные частицы приходят к нам из мирового пространства. Эти вопросы представляют не меньший интерес, но, к сожалению, это все, что можно сейчас сказать. Но кое-что о свойствах частиц при сверхбольших скоростях, или, лучше сказать, при сверхбольших энергиях, мы узнали благодаря космическим лучам. Я умышленно поправился, сказав вместо «сверхбыстрых частиц»: «сверхбольших энергий». При нормальных скоростях эта оговорка не нужна, так как для данной массы большая скорость означает в определенном соотношении и большую энергию. Если скорость в два раза больше, энергия будет больше в четыре раза, если скорость больше в три раза, энергия будет больше в девять раз. Для частиц, движущихся со скоростями, близкими к скорости распространения света (т. е. 300 000 км в секунду), дело обстоит несколько сложнее. Теория относительности Эйнштейна устанавливает, что никакое тело, никакая частица не может двигаться со скоростью большей, чем скорость света.

Когда скорость частицы начинает приближаться к скорости света, ее энергия возрастает главным образом в связи с увеличением ее массы.

При скоростях, очень близких к скорости света, увеличение скорости на доли процента означает увеличение массы, а следовательно, энергии в несколько раз или в десятки раз, в зависимости от того, насколько близка эта скорость к скорости света.

Считаю необходимым, заговорив об энергии частиц, познакомить читателей с терминологией физиков. Обычно, говоря об энергии частиц, световых колебаний, в качестве единицы измерения называют электрон вольты.

В технике и повседневной жизни энергию или работу измеряют в килограмм-метрах (т. е. как произведение из веса груза на высоту, на кото-

рую этот груз поднят). Поднять на четвертый этаж груз весом 6 кг означает потратить энергию 60 кгм, считая высоту пола четвертого этажа над землей 10 м. Если тот же груз сбросить с четвертого этажа, то, падая, он будет все увеличивать и увеличивать свою скорость, а следовательно, и энергию, и у поверхности земли его энергия станет 60 кгм. Если бы груз застрял на пути, например на балконе второго этажа, т. е. опустился на 5 м вместо 10, его энергия движения доросла бы только до 30 кгм. Точно так же отрицательно заряженный электрон, если его поместить в вакууме в электрическое поле между двумя пластинами — одной, соединенной с положительным концом батареи, а другой — с отрицательным, будет двигаться от отрицательной пластины к положительной и будет все увеличивать и увеличивать скорость, т. е. энергию до тех пор, пока не достигнет положительной пластины. Если разность потенциалов, т. е. напряжение, приложенное к электродам, есть один вольт, то энергия электрона будет один вольт; если 300 вольт — энергия электрона будет 300 вольт; если миллион вольт, то, естественно, энергия будет миллион вольт. Расстояние между электродами здесь не имеет никакого значения, а роль расстояния из приведенного выше примера играет напряжение на пластинах ускоряющей вакуумной трубки.

После этих сведений можно уже сообщить, что энергия частиц, входящих в состав космических лучей, имеет широкий диапазон — от нескольких миллионов до нескольких миллиардов вольт и выше. Скорость их почти равна скорости света. Теперь можно легко себе представить, как мы, физики, должны быть довольны, имея таких посланцев вселенной.

Для того чтобы искусственным образом разогнать электроны до таких энергий, нам пришлось бы, во-первых, построить высоковольтную установку, дающую напряжение в несколько миллиардов вольт, — предприятие, совершенно неосуществимое в данное время, и, во-вторых, построить вакуумную трубку, которая выдержала бы это напряжение, — предприятие, еще более неосуществимое.

Мы можем пожалеть, что, имея такую высокую энергию частиц, мы не имеем их в большом числе. В каждую секунду нашу комнату пронизывает примерно 10 000 частиц. На первый взгляд число 10 000 кажется большим, однако на самом деле это число совершенно ничтожно, и легко видеть почему.

Для этого надо только напомнить, что в каждой комнате содержится такое колоссальное число атомов и их электронов, которое даже трудно выговорить, так как оно состоит из 29 цифр. После такого разъяснения можно себе представить, как невероятно трудно различить среди них наши ничтожные 10 000 космических частиц. Это гораздо труднее, чем разыскать незнакомого в лицо человека по фамилии Иванов в Советском Союзе, не пользуясь услугами адресных столов. Однако положение хоть и трудное, но не безвыходное.

III. Методы наблюдения космических частиц

У заряженных частиц большой энергии есть одно свойство, благодаря которому их можно отличить даже среди подавляющего количества медленных частиц. Проходя сквозь вещество, например через воздух, быстрая заряженная частица пролетает мимо связанных с атомом электронов, и вследствие получающегося электрического

только один из электронов может оторваться от атома, в результате вместо нейтрального до удара атома получится отскакивший в сторону отрицательный электрон и атом без одного электрона, т. е. уже не нейтральный, а атом с положительным зарядом, так называемый положительный ион. На пути заряженной частицы с большой энергией в среднем бывает в воздухе один такой случай через каждые $\frac{1}{3}$ мм пути. При этом частица каждый раз на образование такой пары ионов, т. е. электрона и положительного иона, отдает очень небольшую порцию энергии, а именно, в среднем, 35 вольт.

При том запасе энергии, которым располагает космическая частица, это сущий пустяк, и поэтому-то они обладают такой огромной проникающей способностью, или, другими словами, огромными пробегами в веществе.

Двухмиллиардная заряженная частица имеет запас энергии, достаточный на образование 60 млн. пар ионов, а так как такую пару он создаст раз на $\frac{1}{3}$ мм, т. е. 50 раз на 1 см пути, то это означает, что она может пройти в воздухе путь приблизительно 12 км, т. е. через всю земную атмосферу. Возвращаясь к вопросу о том, как отличить космические частицы от частиц, входящих в состав вещества, т. е. электронов и ядер в атомах, нужно только добавить еще несколько слов. Атомы вещества, в частности и в воздухе, вместе с их электронами тоже вечно находятся в движении и сталкиваются друг с другом, причем сталкиваются даже гораздо чаще. Но они при тех температурах, которые существуют на Земле, обладают энергией движения всего в сотые доли вольта и поэтому абсолютно неспособны ионизовать друг друга. Если бы температура на Земле была около десятка тысяч градусов, то движение атомов в воздухе происходило бы гораздо быстрее, т. е. с большим запасом энергии. Тогда некоторые из них, самые быстрые, могли бы, сталкиваясь с другими, образовывать ионы. И в таком случае мы уже ничего не могли бы сделать, и космические лучи остались бы нам неизвестны.

IV. Приборы для наблюдения космических частиц

После того как имеется представление о принципиальной возможности по ионизации отличать заряженные частицы больших энергий, остается перейти к описанию практического осуществления этой возможности. Ионы, получившиеся на пути частицы, суть свободные электрические заряды, не связанные друг с другом, как обычно в атоме, а все остальные атомы, не затронутые нашей частицей, нейтральны. Их электроны крепко привязаны к ядру. Благодаря этому, хотя число ионов и ничтожно среди огромного числа нейтральных атомов, они заряжены, и поэтому при применении чувствительных электрических приборов, называемых электроскопами, или электрометрами, появление этих свободных электрических зарядов можно заметить и даже, более того, довольно точно измерить их количество.

Для этого нужно иметь две пластины — одну, присоединенную к плюсу батареи, другую — к минусу. Положительная пластина притянет к себе оторванные свободные отрицательные электроны, отрицательная же притянет положительные ионы.

К одной из пластин присоединяется электрометр, который, накапливая приходящие из газа заряды, заряжается, отчего очень тоненькая и легкая ниточка в нем слегка отклонится и тем боль-

ше, чем больше зарядов накопится на пластине. Это отклонение ниточки можно измерять, если наблюдать за нитью в микроскоп.

Описанный прибор обычно называется ионизационной камерой.

Это самый удобный, простой и портативный прибор для исследования космических лучей. При некоторых специальных условиях можно не

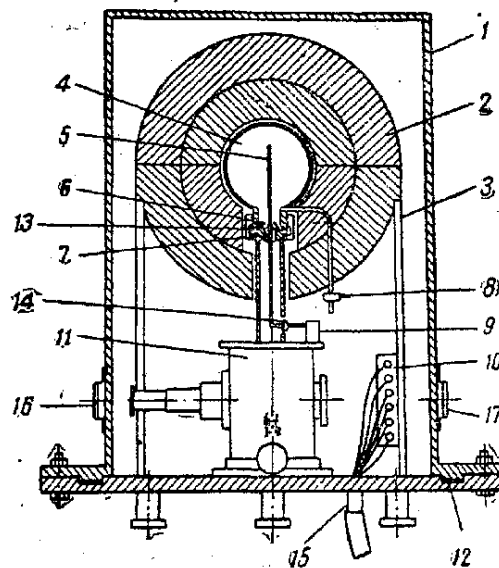


Рис. 1. Ионизационная камера. 1 — корпус, 2 — свинец, 3 — стойка, 4 — ионизационная камера, 5 — электрод, 6 — охранный кольцо, 7 — янтарь, 8 — угольный ватер, 9 — реле-толкатель, 10 — клеммная доска, 11 — струнный электрометр, 12 — уплотняющая прокладка, 13 — резиновое кольцо, 14 — платиновый контакт, 15 — штуцер для шланга кабеля, 16 — смотровое окно, 17 — окно для освещения

только растащить до пластин свободный отрицательный электрон и положительный ион, но по пути к пластине ускорить электрон так, чтобы он мог, сталкиваясь с атомами газа, в свою очередь их ионизовать. Получивший при этом свободу новый электрон проделывает по пути к пластине то же самое, вновь получившийся электрон также, и т. д.

Вместо одного электрона, с которого началось все, могут получиться благодаря лавинообразно развивающемуся процессу миллиарды электронов.

Лавина электронов, дойдя до максимума числа их, возможного при взятых конкретных условиях, затем быстро пойдет на убыль и затухает. Весь этот процесс занимает несколько миллионных долей секунды. Стоит только через прибор, точнее через газ между пластинами, вновь пройти быстрой частице и создать хотя бы одну пару ионов, как все начнется заново и вновь быстро затухает. Только что описанный процесс должен вам напоминать явление проскакивания электрической искры в воздухе между двумя проводниками или молнии, с которыми действительно этот процесс имеет много общего.

Так получается, что простенький прибор, состоящий из латунной или медной трубочки с тонкой проволокой, натянутой по оси, наполненный воздухом, при пониженном давлении, если к нему приложить 1000—1500 вольт, может реагировать на каждую частицу в отдельности, проходящую через него, т. е., попросту говоря, считать их. Задача заключается еще в том, чтобы присоеди-

нить к счетчику частиц такой прибор, который считывал бы получающиеся в нем от прохождения частиц электрические щелчки — импульсы. Обычно это делается при помощи радиотехнических устройств, очень напоминающих радиоприемники. Они состоят из одной или нескольких усилительных радиоламп, последовательно уси-

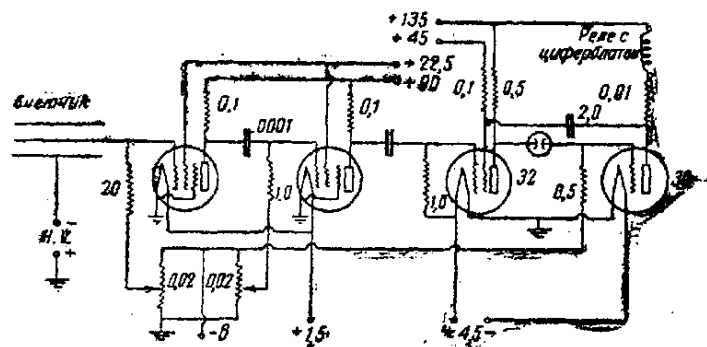


Рис. 2. Счетчик Гейгера-Мюллера и радиусилитель к нему для счета с помощью реле с циферблатом

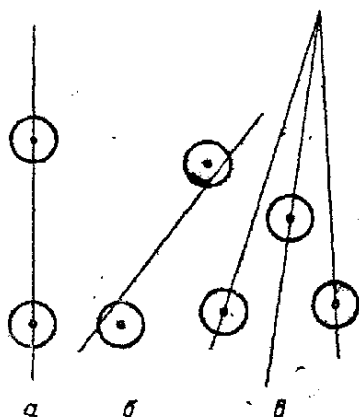


Рис. 3. Схема расположения счетчиков Гейгера-Мюллера, соединяемых с радиусилителем, регистрирующим только одновременные разряды в них. а и б — регистрация прохождения 1 частицы в определенном направлении, в — регистрация пучка из 3 частиц

ливающих этот электрический импульс до такой величины, что он может сдвинуть язычок громкоговорителя или якорек в реле с циферблатом. Тогда можно просто посмотреть на циферблате, сколько проскочило частиц через счетчик за какое-то время, скажем, за минуту или за час.

Этот замечательный прибор, известный под названием счетчика частиц Гейгера, совершенно незаменим в работах по космическим лучам благодаря своей простоте, легкости и дешевизне.

Кроме того, он дает почти неограниченное количество возможностей, если только не бояться применять более сложные радиотехнические устройства и новшества. Например, можно сравнительно легко построить такое устройство из радиоламп, которое будет реагировать только в тех случаях, когда частица пройдет через 2, 3 или большее число счетчиков, расположенных в один ряд, т. е. в тех случаях, когда импульсы возникают практически одновременно в нескольких счетчиках.

Мы, таким образом, не только отмечаем прохождение частицы, но можем сказать, что частица пришла с определенного направления.

Часто три счетчика располагают не в один ряд, а в треугольнике. В таком расположении одна ча-

стица не может вызвать одновременного возникновения импульсов во всех трех счетчиках. Но если пройдут пучком три частицы одновременно, так, что одна попадает в один, другая во второй и третья в третий счетчик, то и такой случай будет зарегистрирован.

Необходимо подчеркнуть, что эти три частицы должны попасть каждая в свой счетчик именно одновременно. Процесс в счетчиках очень короткий, как уже говорилось, длительностью всего несколько миллионных долей секунды, а радиотехническое устройство таково, что оно отбирает только одновременные во всех трех счетчиках импульсы.

Остается описать еще один замечательный прибор, давший очень много для понимания космиче-

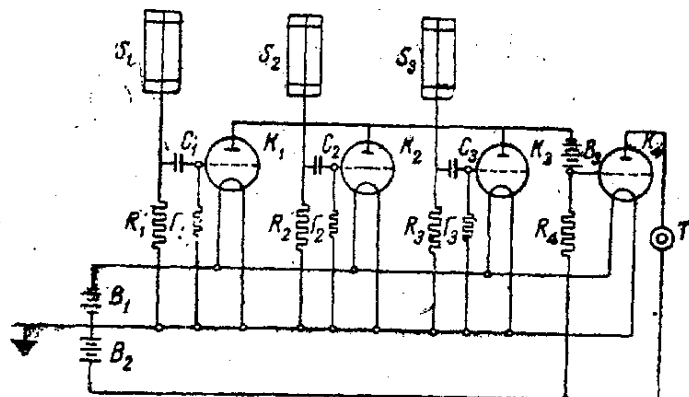


Рис. 4. Схема радиусилителя для регистрации только одновременных разрядов в 3 счетчиках. S_1, S_2, S_3 — счетчики, C — емкость, B_1 — батарея для начала ламп, R — сопротивления, B_2 — анодная батарея, K_1, K_2, K_3, K_4 — радиолампы, T — реле с циферблатом

ских лучей. В этом приборе можно просто видеть след пути частицы. Водяные пары в воздухе имеют свойства конденсироваться, т. е. образовывать мелкие капельки на ионах. Если в воздухе паров много, то, при резком охлаждении воздуха, например от внезапного расширения воздуха в закрытом прозрачном сосуде, на ионах образуются капельки воды, и на короткое время ионный след частицы делается видимым глазом и даже может быть сфотографирован.

Такова камера Вильсона или, как ее называют английские физики, «камера туманов».

Комбинация из счетчиков частиц и камеры Вильсона позволяет осуществить, так сказать, чудо техники. Над камерой и под ней ставятся по счетчику, которые соединены с радиотехническим устройством, реагирующим только на случай, когда частица прошла через оба счетчика, а следовательно, и через камеру.

Радиотехническое устройство, запущенное одновременно с работавшими двумя счетчиками, запускает в свою очередь немедленно камеру Вильсона, открывает затвор фотоаппарата, и мы получаем фотографию следа частицы, сделанную ею самой. Таких фотографий «автопортретов» имеется огромное количество, и они сэкономили массу труда у исследователей космических лучей.

V. Отыскание заряженных космических частиц в магнитном поле Земли

Теперь обратите внимание на то, что на некоторых photographиях пути частиц прямолинейные, а на некоторых изогнутые — некоторые слабо, другие сильнее, вплоть до изогнутых в полный круг. Эти фотографии путей получены в том случае, когда камера Вильсона была помещена между

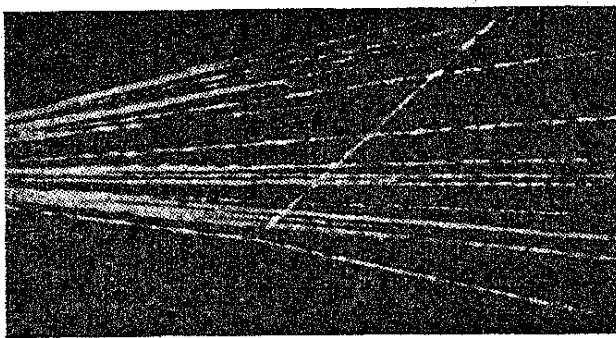


Рис. 5. Вильсоновская фотография путей протонов. Камера наполнена водородом и парами воды. В одном случае (крайний левый путь) произошло столкновение движущегося протона с ядром водорода (неподвижным протоном), вследствие чего последний получил большую скорость и также оставил ионный след своего пути (путь, идущий поперек фотографии)

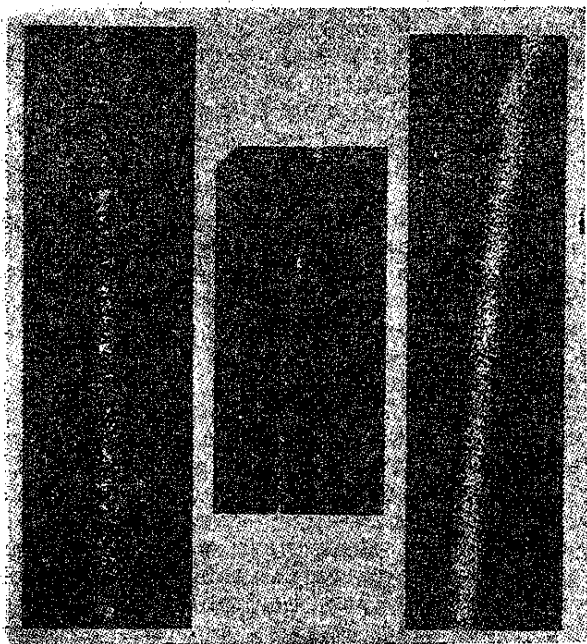


Рис. 6. Вильсоновская фотография путей сильноионизирующих частиц, снятых в специальных условиях, чтобы видеть отдельно каждую капельку воды, конденсировавшуюся на каждом отдельном ионе

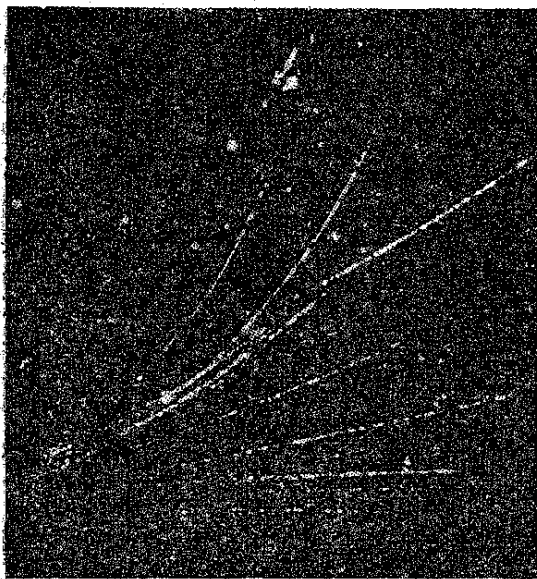


Рис. 7. Пути космических частиц в камере Вильсона. Некоторые пути искривлены магнитным полем

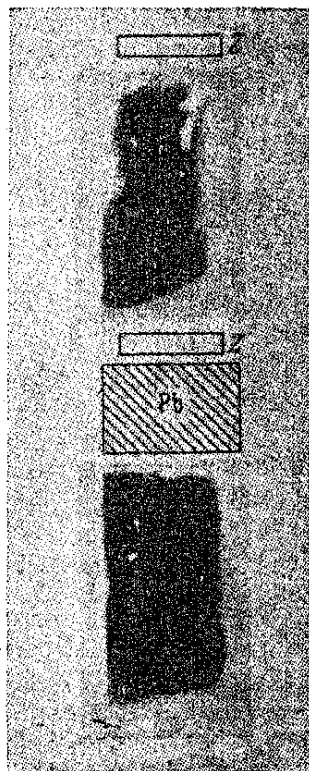


Рис. 9. Фотография пути космических частиц, прошедших через две камеры Вильсона и свинцовый слой 10 см толщины (Pb). Камеры управляются двумя счетчиками (Z)

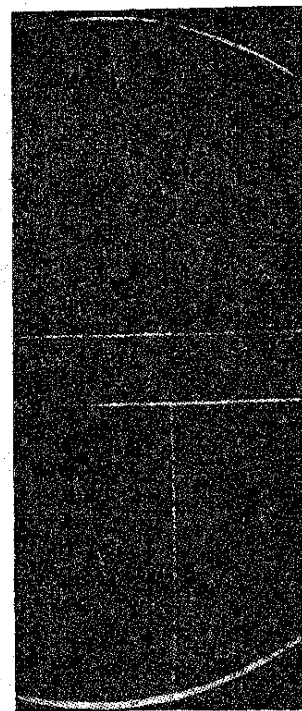


Рис. 10. Вильсоновская фотография пути космической частицы. Полоса в середине фотографии — тень свинцовой пластины толщиной 2 см, через которую прошла частица

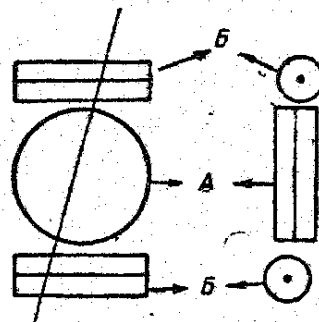


Рис. 8. Схема в двух проекциях управляемой счетчиками камеры Вильсона А — камера Вильсона, Б — счетчики

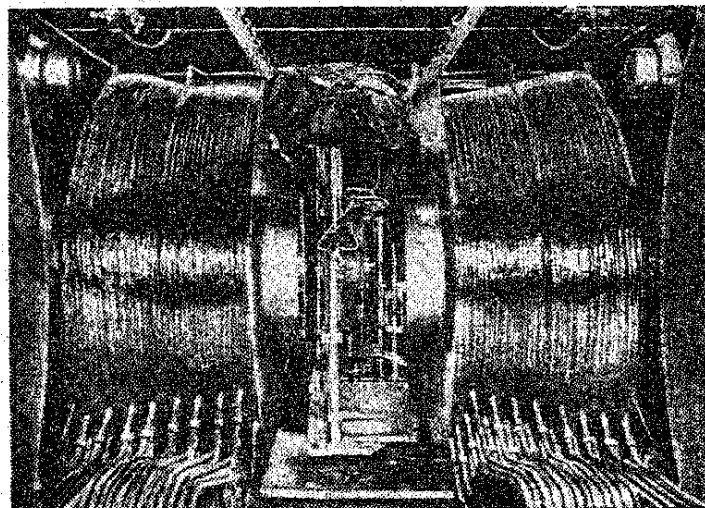


Рис. 11. Камера Вильсона между полюсами электромагнита

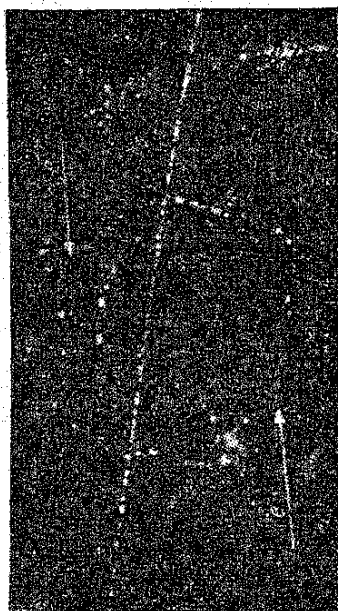


Рис. 12. Вильсоновская фотография, полученная в камере, помещенной в магнитное поле. Видны: один путь электрона почти не искривленный, пути отрицательного и положительного электронов, завернутые в полный круг

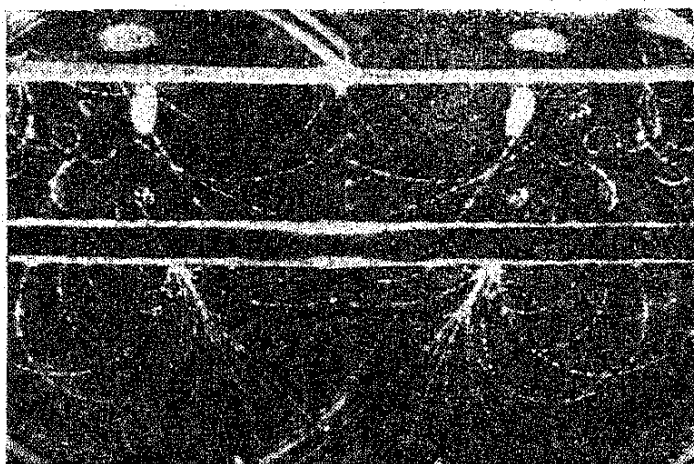


Рис. 13. Вильсоновская стереоскопическая фотография путей космических частиц, изогнутых сильным магнитным полем

полюсами сильного магнита. Магнитная сила действует на движущуюся заряженную частицу таким образом, что искривляет ее путь по кругу, причем тем сильнее, чем меньше ее энергия. Будет ли путь искривлен вправо или влево от прямого пути идущей сверху частицы, зависит от того, каков заряд частицы — положительный или отрицательный. Таким образом, можно не только видеть пути частицы, но определить, если путь заметно изгибается магнитным полем, каков знак ее заряда и какова величина ее энергии.

Я описал самые главные приборы, которые необходимы при работе с космическими лучами. Теперь остается описать лабораторию.

Можно сказать, что лабораторией является весь земной шар не только вдоль и поперек, т. е. от полюсов до экватора, от восточного полушария до западного, но и вниз, в глубочайшие шахты, и вверх, в стратосферу.

Тонкие приборы, простые только в описании, путешествуют вместе с экспериментаторами, а то и без них, на кораблях, совершая дальние морские рейсы. Физики работают с ними в глубоких станциях метро, а часто и в глубоких шахтах

опускают их в массивных панцирях в глубокие озера, поднимаются с ними, таща на себе или вьюком, на горы высотой 3—4, а то и 6 км, летают с ними на самолетах до потолочных высот, т. е. 10—12 км, на стратостатах — до высот 20 км, опускают их одних на парах-зондах на высоты до 30—40 км, откуда сами приборы по радио передают свои показания, и т. д.

Все это выглядит очень романтично и увлекательно, но эти преимущества работы сопровождаются такой дозой трудностей из-за чувствительности приборов к внешним условиям, непрерывно меняющимся, что лаборатория в институте, в которой к вашим услугам все: электрический ток, газ, мастерские, где тепло и ураган не грозит сорвать палатку и унести ее со всеми приборами под гору, где снег только за толстыми стенами и двойными рамами, — кажется сущим раем. Земной шар, кроме того что служит нам лабораторией, является в то же время и физическим прибором.

Хорошо известно, что Земля является постоянным магнитом, полюсы которого расположены недалеко от географических полюсов. Магнитное поле Земли, устанавливая магнитную стрелку одним концом к северу, другим к югу, было и есть сейчас путеводитель путешественников по всему земному шару. Оказывается, что оно является путеводителем и для космических лучей. Сила магнитного поля Земли ничтожна — в десятки тысяч раз меньше того, что мы имеем в лабораториях, например тех, которые изгибают пути частиц на фотографиях в вильсоновских камерах.

Космические частицы, имеющие заряд, приближаясь к Земле, еще задолго до верхних слоев атмосферы попадают каждый в сферу влияния магнитного поля Земли, которое, благодаря своей ничтожности, только чуть-чуть изгибает их путь. Так, например, путь частиц с энергией 2 млрд. вольт может изогнуться по кругу с диаметром 200 км, а с 4 млрд. вольт — изогнуться по кругу диаметром 400 км. Если посмотреть на круг такого диаметра на отрезке длиной 1—2 м, то отрезок будет казаться совершенно прямолинейным. Однако магнитное поле Земли начинает действовать на частицу и сбивать ее чуть-чуть с ее прямолинейного пути на расстоянии от Земли значительно большем, чем 200—400 км. Поэтому хотя частица сбивается с пути понемногу, но ее путь в сфере воздействия магнитной силы так велик, что она в конце концов довольно сильно отклонится от своего первоначального направления. Она даже может завернуться по полукругу огромного радиуса и, не дойдя до Земли, вновь отправиться путешествовать в космическое пространство.



Рис. 14. Здание метеостанции г. Алагез на высоте 3250 м, где частично происходили работы экспедиции ЛФТИ

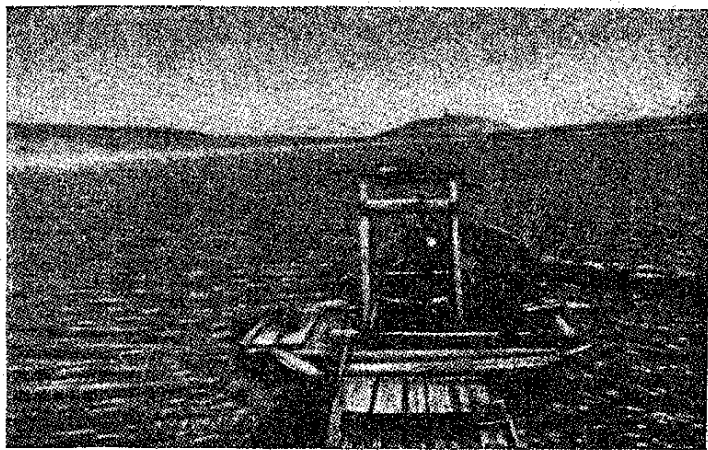


Рис. 15. Плот на озере Ноза-Гел на горе Алагеэ, на котором производились измерения космических лучей с помощью ионизационной намеры

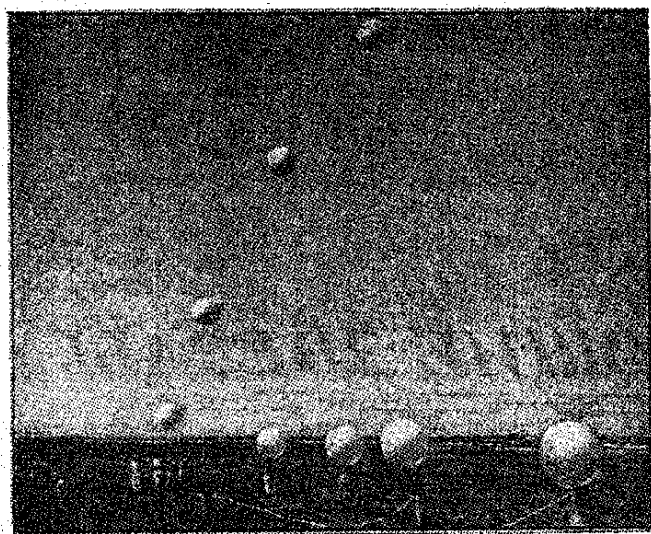


Рис. 16. Подъем прибора с помощью цепи из шаров-зондов. Момент старта

Более внимательное и количественное рассмотрение действия магнитного поля Земли показывает, что это фильтрующее его действие зависит от того, куда частица направлялась до того, как магнитное поле начало действовать на нее, — поближе к одному из полюсов или к экватору.

В результате оказывается, что на северные и южные широты могут попасть частицы и больших и малых энергий, на экваториальные же широты попадают только частицы с энергиями больше 10 млрд. вольт. Таким образом, на больших широтах (на севере и юге) число космических лучей будет больше, чем на экваторе и вблизи него, так как на большие широты доходят частицы и малых и больших энергий, а на экваториальные — только больших.

Большая, тщательно подготовленная экспедиция под руководством американского физика Комптона обследовала интенсивность потока космических лучей на разных широтах и обнаружила это различие. Из наблюдения геомагнитного эффекта — так называется это явление — мы, во-первых, убеждаемся в том, что частицы, приходящие из мирового пространства, имеют электриче-

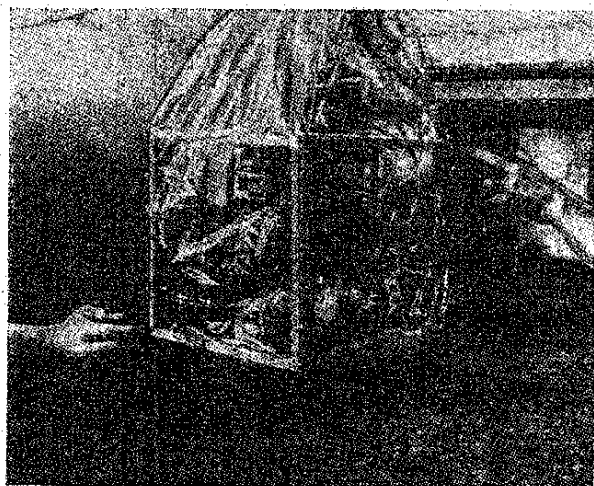


Рис. 17. Счетчик Гейгера с его высоковольтной батареей, радиоусилителем, радиопередатчиком для передачи показаний прибора перед стартом в стратосферу. Весь прибор, весьма компактно собранный и легкий, окружен для целей тепловой изоляции прозрачным тонким слоем целлофана

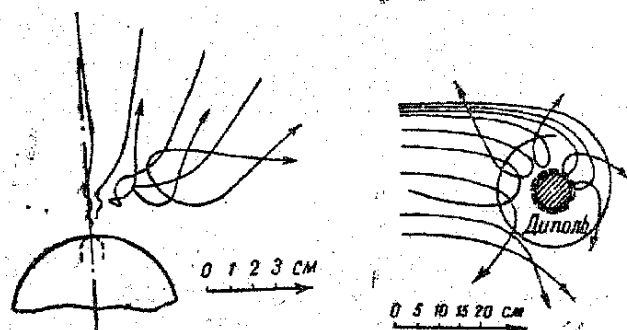


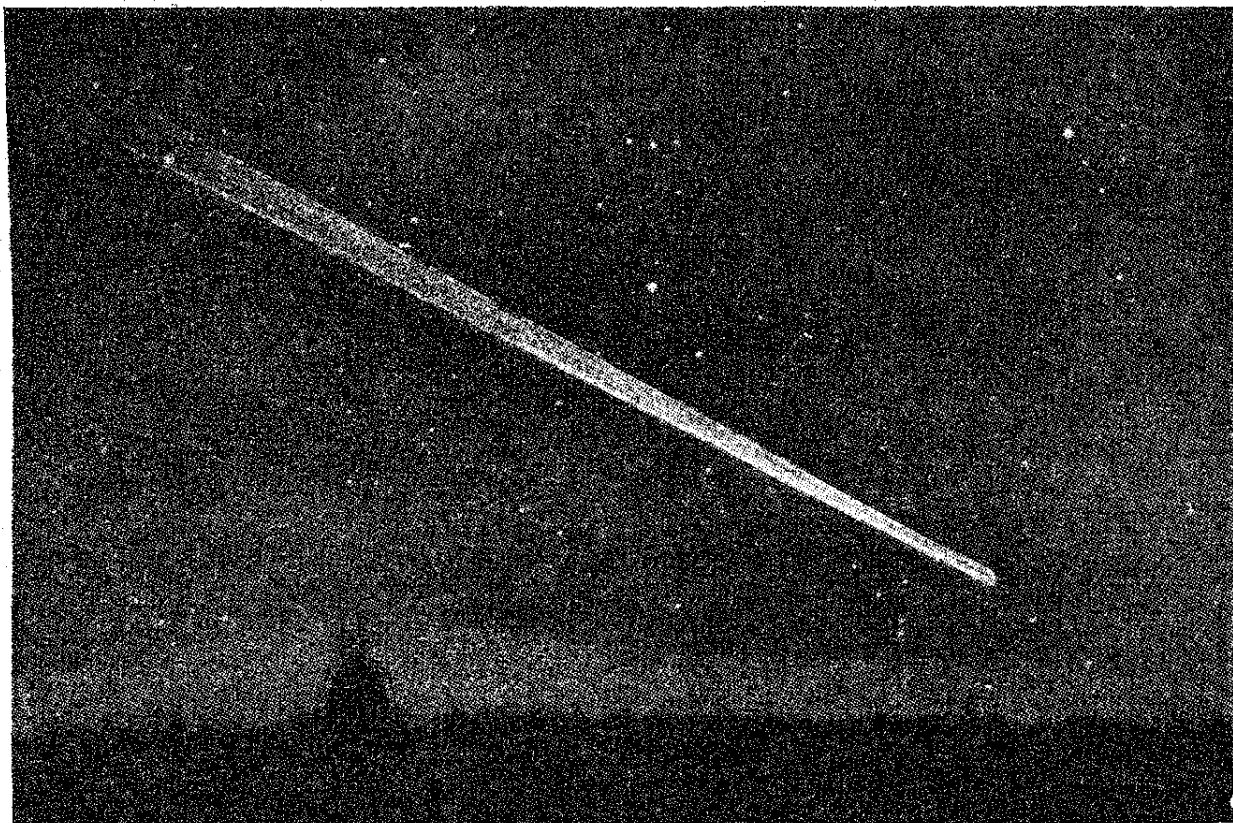
Рис. 18. Отклонение некоторых космических частиц магнитным полем Земли при приближении к ней

ский заряд, так как на нейтральные частицы и световое излучение магнитное поле, какой бы силы оно ни было, не оказывает никакого воздействия, а во-вторых, определяем энергию большей их части. Весьма недурной результат для прибора, доставшегося нам даром.

Итак, все, что пока мы знаем о частицах, приходящих из мирового пространства, ограничивается тем, что они имеют заряд и энергии их несколько (5—10) млрд. вольт. Было вполне естественным предположить, что это электроны огромных энергий, и это мнение в течение долгого времени было общепринятым. Сейчас, однако, в связи с новыми работами эта точка зрения сильно поколеблена, и многие склоняются к мнению, что это не электроны, а протоны — ядра простейшего элемента периодической системы — водорода. Оставив пока в стороне этот вопрос, посмотрим, что известно о дальнейшей судьбе этих частиц после того, как они вошли в атмосферу, т. е. произошло первое соприкосновение с веществом. По правилам экспериментальной науки, вообще строго выполняемым в физике, следовало бы измерить, как меняется число частиц с глубиной проникновения лучей в атмосферу, определить, каковы знаки зарядов частиц, каковы их энергии, какого сорта частицы, сколько какого сорта и т. д.

Однако все это относится к области мечтаний.

(Продолжение в следующем номере)



Большая комета 1843 г.

КОМЕТЫ и ПАДАЮЩИЕ ЗВЕЗДЫ

Ученый секретарь Комитета по метеоритам

Академии Наук СССР

Е. Л. КРИНОВ

Многие из наших читателей не раз, вероятно, любовались в теплые летние ночи «падающими звездами», или, как их называют в науке, метеорами. То здесь, то там вспыхивают они одна за другой, разных цветов, оттенков и яркости, и, пролетая, часто оставляют после себя на несколько секунд слабо светящийся след (рис. 1). Иные из них, наиболее яркие, при полете разбрасывают искры, наподобие римской свечи. Особенно красив этот небесный фейерверк на темном южном небе в безлунную ночь. Ежегодно в определенные ночи, о чем мы скажем дальше, метеоров бывает особенно много. Изредка, приблизительно один раз в 20—25 лет, случается настоящий метеорный дождь (рис. 2). Такой, например, «дождь» наблюдался 9 октября 1933 г. Метеоры непрерывным потоком пролетали во всех направлениях по небу. Люди собирались толпами и с изумлением следили за удивительным звездным дождем. В Ленинграде, где автор статьи наблюдал этот дождь, можно было насчитать свыше 250 метеоров в минуту. Особенно сильным метеорный дождь был в Западной Европе. Так, например, по наблюдениям в Испании насчитывалось свыше 1 000 метеоров в минуту. Кое-где явление вызвало в народе панический страх, говорили о наступлении «кончины мира». Туземцы в Судане (Африка) во время метеорного дождя били в барабаны, ожидая каких-то ужасных событий.

Такие обильные метеорные дожди не раз наблюдались и в прошлом столетии, например в 1833, 1866, 1872 и 1885 гг.

Но что же представляют собой падающие звезды, или метеоры?

Некоторые смешивают падающие звезды с теми неподвижными звездами, которые из ночи в ночь сияют на небе. Они считают, что та или иная звезда вдруг, сорвавшись со своего места, пролетает по небу. Это, конечно, неверно. Неподвижные звезды такие же небесные светила-великаны, как и наше Солнце. Но они находятся так далеко от Земли, что кажутся нам лишь слабыми светящимися точками. Падающие же звезды суть ничтожные крупины, диаметром в несколько миллиметров и весом в доли грамма. Влетая с огромной скоростью, до 50 и более километров в секунду, в атмосферу Земли, они ударяются о частички воздуха и испытывают сильное сопротивление. В результате уже на высоте около 120—150 км они нагреваются до температуры в несколько тысяч градусов и превращаются в раскаленный газ, быстро рассеивающийся в воздухе. Они как бы сгорают в воздухе на высоте 50—80 км от Земли.

У читателя может возникнуть вопрос — можно ли видеть такие крошечные частички, пролетающие от нас на расстоянии в сотни километров, даже если они и нагреваются до такой



Рис. 1. Фотографический снимок метеора

высокой температуры? Но тут надо принять во внимание, что нагревается и светится не только сама частица, но вместе с нею, под влиянием ее высокой температуры, светится и окружающий частицу раскаленный воздух, увлекаемый ею в ее стремительном полете.

Продукты «сгорания» твердых частиц метеора постепенно оседают на Землю в виде так называемой метеорной или космической пыли. Эта пыль в ничтожных количествах может быть обнаружена при точных анализах снега, взятого с вершин гор, вдали от промышленных центров, запыляющих атмосферу обыкновенной земной пылью.

Падающие звезды можно заметить в каждую ясную ночь, стоит только посмотреть в течение некоторого времени на какой-либо участок неба. Но, как мы уже отметили, в некоторые ночи падающих звезд бывает особенно много. Больше всего их наблюдается в августе и особенно 11–12 августа. Тогда в час можно насчитать до 100 метеоров. Они пролетают по созвездиям Персея, Андромеды, Кассиопеи, Возничего и др., расположенным в августе по вечерам в северо-восточной части неба.

Если проследить внимательно за падающими звездами в течение 1–2 часов, то легко заметить, что большинство из них вылетает как бы из одного участка неба и веерообразно разлетается в разные стороны. Если видимые на небе пути метеоров нанести на звездную карту и затем продолжить их в направлении появления метеоров, то все они пересекутся почти в одной точке, называемой радиантом (рис. 3). У августовских падающих звезд радиант расположен в созвездии Персея, откуда они и получили название Персеид.

Явление радианта можно объяснить следующим образом. Падающие звезды в межпланетном пространстве движутся целым потоком параллельно друг другу. Но когда они попадают в земную атмосферу, то по мере приближения к поверхности Земли и, следовательно, к наблюдателю, их видимые пути на небе кажущимся об-

разом расходятся в разные стороны. Но это — чисто перспективное явление. Его мы можем наблюдать, стоя на полотне железной дороги и смотря вдаль. Нам кажется, что рельсы, лежащие параллельно друг другу, по мере приближения к нам расходятся в разные стороны. Точно так же кажутся расходящимися и деревья аллеи.

В межпланетном пространстве существуют целые потоки маленьких частиц — метеоров, которые, как и Земля и все остальные планеты, движутся вокруг Солнца по определенным орбитам. И вот, когда Земля при своем движении пересекает орбиту какого-либо потока, она и встречает его частицы. Последние, влетая в атмосферу Земли, вызывают появление падающих звезд (рис. 4). Ежегодно 11–12 августа Земля проходит через самую гущу метеорного потока Персеид, и в это время наблюдается наибольшее число падающих звезд.

Кроме Персеид существуют еще и другие довольно обильные метеорные потоки, например: Квадрантиды, наблюдаемые в начале января в созвездии Дракона, Лириды — в середине апреля в созвездии Лиры, Акварииды — в конце июля в созвездии Водолея, Ориониды — в двадцатых числах октября в созвездии Ориона, Леониды — в первой половине ноября в созвездии Льва, Андромедиды — в конце ноября в созвездии Андромеды, Геминиды — в первой половине декабря в созвездии Блиźнецов и др. Земля ежедневно пересекает орбиты каких-либо потоков, но обычно очень слабых, так что за ночь можно заметить только десяток-другой метеоров.

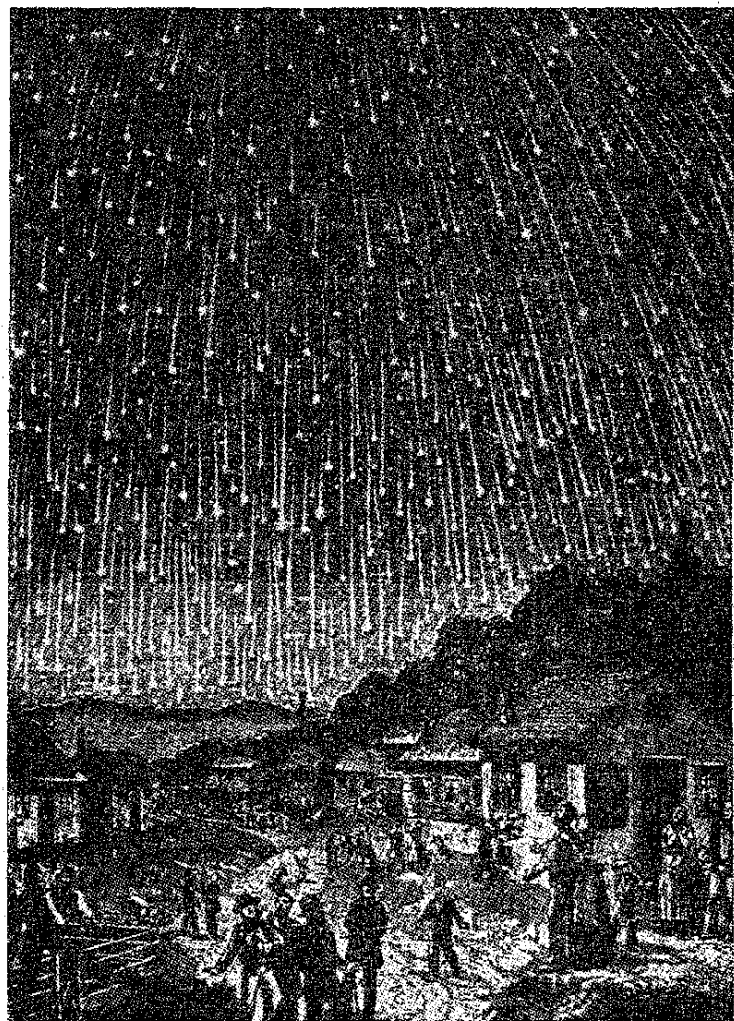


Рис. 2. Метеорный дождь (по рисунку очевидцев)

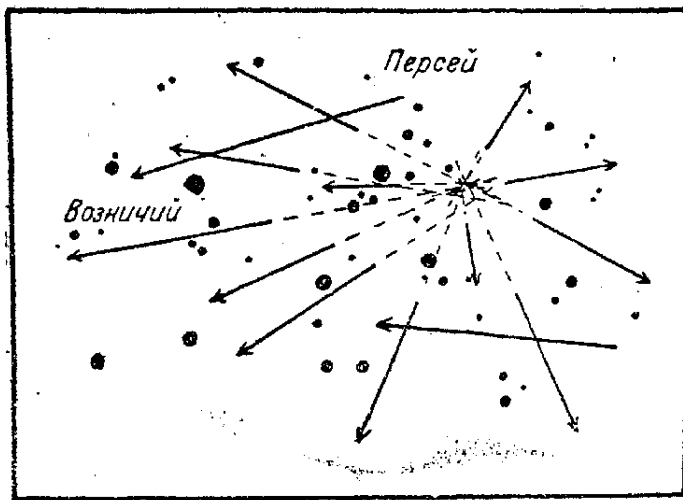


Рис. 3. Радиант августовских метеоров — Персид, расположенный в созвездии Персея

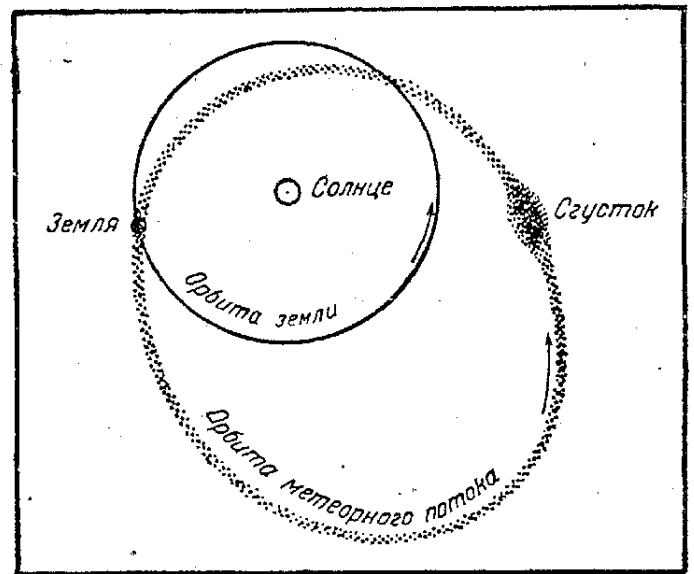


Рис. 4. Орбиты Земли и метеорного потока

Теперь скажем, откуда и как возникают метеорные потоки.

Современные наши познания в этой области астрономии позволяют считать их остатками распавшихся комет, этих удивительных хвостатых звезд.

Кометы представляют собой небесные светила необычного вида. Каждая яркая комета имеет яркое ядро, окруженное туманной оболочкой, — это так называемая голова кометы. От головы тянется иногда очень длинный, светлый хвост (см. рисунок на стр. 12).

Нужно сказать, что многие неправильно принимают за кометы внезапно появляющиеся и с огромной скоростью проносящиеся по небу огненные шары, называемые болидами, после которых нередко раздается громовый удар, грохот и гул. Болиды, так же как и метеоры, появляются вследствие попадания в земную атмосферу космического тела, но не такой крошечной частицы, как при появлении метеора, а более крупного куска — камня, весом в несколько килограммов, а иногда и много больше. Не успевая «сгореть» в земной атмосфере во время движения в ней с космической скоростью, такой камень падает на Землю; он называется метеоритом.

В отличие от болидов, кометы не так ярки и не вызывают освещения местности, что обычно бывает при полете болидов. Затем болиды обычно наблюдаются в продолжение нескольких секунд, тогда как кометы бывают видны в течение нескольких дней и даже месяцев. Кометы движутся далеко за пределами земной атмосферы, находясь на расстоянии десятков и сотен миллионов километров от Земли. Наоборот, болиды появляются именно в пределах земной атмосферы, пролетая в ней на расстоянии нескольких десятков километров от поверхности Земли.

Если проследить изо дня в день в течение некоторого времени за расположением какой-либо кометы среди звезд, то легко обнаружить ее перемещение по небу среди неподвижных звезд.

Вероятно, многие из наших читателей видели рисунки или фотографические снимки комет. Несомненно, однако, что только очень немногие из них сами видели яркую комету на небе, так как такие кометы появляются довольно редко, приблизительно один раз за десять лет. Последняя яркая комета, названная по имени открывшего ее астронома кометой Скеллеруша, наблюдалась в 1927 г. Комета была открыта в конце ноября, когда она была еще далеко от Земли и имела незначительную яркость, оставаясь невидимой

для невооруженного глаза. Однако к 15 декабря ее яркость настолько возросла, что комета наблюдалась даже днем, при полном солнечном освещении, находясь почти рядом с Солнцем, на расстоянии всего лишь 1° от него, т. е. двух поперечников солнечного диска. 18 декабря комета была замечена одним нашим русским астроном-любителем на фоне вечерней зари. Он наблюдал ее до самого захода за горизонт. Другая яркая комета в этом столетии наблюдалась в 1910 г. Это — знаменитая комета Галлея. Обе кометы имели огромные, простиравшиеся через все небо, хвосты.

Как уже было сказано, яркие кометы появляются очень редко. Зато слабые кометы, видимые только в телескоп, наблюдаются ежегодно; в иной год бывает видно даже несколько комет. Слабые кометы имеют вид округлых туманных пятен с более ярким ядром в центре пятна. Редко, когда у слабой кометы бывает виден хвост.

Многие кометы, подобно планетам солнечной системы, движутся вокруг Солнца по замкнутым орбитам, т. е. являются периодическими. Такие кометы в течение определенных промежутков времени совершают полный оборот вокруг Солнца. Периоды оборота у разных комет различные. Так, например, комета Галлея обходит свой путь вокруг Солнца в течение 75–76 лет. Самый короткий период имеет комета Энке — всего $3\frac{1}{2}$ года. В отличие от орбит планет орбиты комет очень вытянуты, но они также имеют форму эллипса, в одном из фокусов которого находится Солнце. Когда комета проходит в отдаленном от Солнца участке своей орбиты, в так называемом афелии, она бывает очень слабой и невидима даже в самый сильный телескоп. Но по мере приближения к Солнцу яркость кометы, под влиянием солнечного нагревания, быстро возрастает за счет образования в ней газов. Вместе с этим у кометы появляется хвост, непрерывно увеличивающийся и в размерах и в яркости. Наибольшей яркости комета достигает при прохождении через ближайшую к Солнцу точку ее орбиты, называемую перигелием. После этого яркость кометы снова ослабевает.

Как показали многочисленные исследования, кометы — это светила, совершенно не похожие на планеты. Голова кометы представляет собой очень разреженное скопление мельчайших частичек — пылинок и газа. Ядро кометы состоит из более

крупных частей — камней и глыб, а хвост — из более разреженного газа. Насколько мала плотность кометы, можно судить по тому, что неподвижные звезды просвечивают сквозь комету почти без ослабления блеска. Расчеты показали, что на один кубический километр пространства приходится только один кубический сантиметр вещества кометы. Между тем хвосты комет имеют огромные размеры, и у наиболее ярких комет они простираются на несколько сотен миллионов километров.

Замечательным является то обстоятельство, что хвосты комет направлены в сторону, противоположную Солнцу. По этой причине после прохождения через перигелий каждая комета движется хвостом вперед. Такое странное явление объясняется тем, что на ничтожную массу хвостов комет действует отталкивательная сила — световое давление Солнца.

18 мая 1910 г. упоминавшаяся выше яркая комета Галлея при своем движении вокруг Солнца задела своим хвостом Землю, однако никаких особенных явлений при этом не наблюдалось. Не было даже замечено присутствия хотя бы ничтожных следов кометных газов в земной атмосфере. Возможные столкновения Земли с кометами не представляют никакой опасности.

По своей природе кометы являются недолговечными образованиями. Совершая свой путь вокруг Солнца, они непрерывно рассеивают вдоль орбиты отдельные твердые частицы и газ. В конце концов каждая комета целиком распадается, все вещество ее рассеивается. Комета перестает существовать, а вместо нее возникает метеорный поток, кольцом простирающийся вокруг Солнца и по своему положению относительно Солнца совпадающий с ранее существовавшей орбитой кометы.

Нужно сказать, что вещество кометы вначале неравномерно рассеяно по орбите и в течение длительного промежутка времени в потоке движется сгусток частиц.

Если метеорный поток пересекается с орбитой Земли, то, как уже было сказано, при прохождении Земли через эту точку пересечения она встретит частицы потока, которые и вызовут появление метеоров. Если же случится, что в момент прохождения Земли через поток она попадет в сгусток метеорного кольца, то произойдет метеорный дождь, такой же, какой наблюдался 9 октября 1933 г.

Убедительным доказательством теории распада комет может служить происшедшее на глазах астрономов разложение известной кометы Биэлы. Эта комета распалась в 1866 г. на две части, превратившись в двойную комету. Затем в последующее свое возвращение к Солнцу, 27 ноября 1872 г., когда Земля пересекала путь кометы и комета должна была появиться на небе, оказалось, что никакой кометы не было, а вместо нее наблюдался обильный метеорный дождь. По подсчетам некоторых астрономов, число метеоров доходило до 100 в минуту. С тех пор комета перестала существовать, а вместо нее ежегодно наблюдается метеорный поток Андромедид, о котором мы говорили в начале статьи.

Упомянутый выше метеорный дождь 9 октября 1933 г., как было потом установлено, связан с довольно слабой кометой Джакобини. В тот момент, когда наблюдался этот дождь, Земля пере-

секала путь этой кометы. Комета, правда, еще существует, и поэтому пока еще поток, связанный с этой кометой, очень слаб. Метеорный дождь был вызван встречей Земли только со сгустком, отделившимся от кометы (рис. 5).

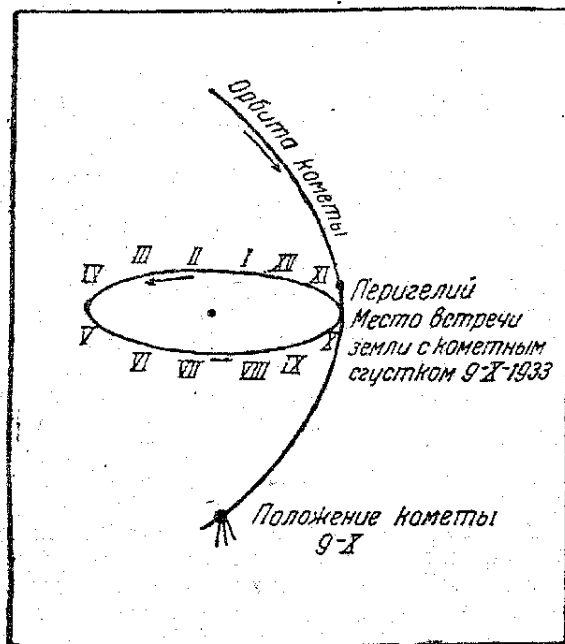


Рис. 5. Орбита Земли и часть орбиты кометы Джакобини

В настоящее время связь с кометами установлена только для очень небольшого числа, не более десятка, метеорных потоков. Между тем метеорные потоки, правда очень слабые, наблюдаются чуть ли не каждую ночь. Вероятно эти потоки связаны с кометами, распавшимися очень давно. С другой стороны, следует отметить, что не все кометы являются периодическими. Напротив того, большинство комет приходит в солнечную систему из межзвездных пространств. Обогнув Солнце и пройдя через перигелий, они могут безвозвратно уйти в глубины вселенной.

Следует еще сказать, что каждую ясную ночь можно наблюдать отдельные, так называемые спорадические, падающие звезды, не связанные ни с какими потоками и кометами. Это — отдельные частички, заполняющие мировое пространство, как пыль, носящаяся в воздухе.

В заключение отметим, что большую помощь в деле изучения падающих звезд могут оказать астрономы-любители. Наблюдения падающих звезд достаточно просты и не требуют специальной подготовки. Необходимо лишь хорошо знать звездное небо (яркие звезды и конфигурации созвездий), иметь часы и подходящую звездную карту, а также располагать свободным временем хотя бы 3—4 раза в месяц по 3—4 часа. Наблюдатель наносит пути замеченных им метеоров на звездную карту, ориентируясь при этом расположением неподвижных звезд. В журнале наблюдений отмечается время появления метеоров и их физические особенности: яркость, цвет, продолжительность полета и т. д.¹

¹ Подробные указания о наблюдении падающих звезд можно получить от Всесоюзного астрономо-геодезического общества (Москва, 9, почтовый ящик 1283).

Происхождение русского народа

Член-корреспондент Академии Наук СССР

А. Д. УДАЛЬЦОВ

Великий русский народ принадлежит к братской семье славянских народов вместе с польским, чешским и словацким, болгарским, сербским, хорватским, словенским, македонским и другими народами. Все они имеют общее происхождение и давние культурные связи.

Современная археология доказывает, что предки славян издавна жили в Европе на территории, занимаемой теперь славянами. Некогда еще более обширная область, вплоть до реки Лабы (немецкой Эльбы), принадлежала славянам, и лишь впоследствии она была отнята немцами, давними врагами славян. Таким же исконным хозяином своей земли, самостоятельно строившим свое государство и культуру, защищая свою независимость от всех захватчиков, была и русский народ.

Предков славян, в том числе и предков русского народа, мы можем проследить на исконной их территории с древнейших времен, по крайней мере за 5–6 тысячелетий до нашего времени, когда они, в качестве первобытных земледельцев и скотоводов, подобно предкам прочих индо-европейцев (англичан, французов, немцев, итальянцев, греков, иранцев, индусов и др.), начали выделяться из общей массы охотничьего и рыболовецкого населения Европы и Передней Азии. В центре Европы, между средним течением Днепра и Карпатскими горами, создалась в это время более высокая, чем в соседних областях, культура, получившая в археологии название трипольской культуры. В дальнейшем эти древнейшие предки славян в ходе тысячелетий дали, в результате многочисленных племенных скрещений и культурных связей, современные славянские народы.

Раньше всего, уже к первым векам нашей эры, древнеславянская народность сложилась на территории современных Украины, Белоруссии и прилегающих к ним на северо-востоке областей великорусского народа — в бассейнах среднего и верхнего Днепра, Припяти, верхней Волги и верхней Оки.

Предками древнейших славянских племен были известные нам еще в середине первого тысячелетия до нашей эры дославянские племена скотов, живших по среднему Днепру, в тогдашней Скифии, и венедов, обитавших к северу от Припяти, по верхнему течению Днепра, повидимому, вплоть до верховьев Волги и Оки. Сближение в области материальной и духовной культуры этих двух родственных народностей и привело к образованию древнейшего славянства, а позже — и русского народа. Сколоты и венеды были земледельцами и скотоводами, из которых более высокой культурой обладали сколоты издавна поддерживавшие связи с эллиническим Югом

и раньше других ставшие известными в истории под именем «словен» (Птолемей, II в. н. э.), или «склавонов».

Среди сколотов по своей более высокой земледельческой культуре выделялись «скифы-пахари» Геродота («паралаты»), которые позднее носили у разных древних авторов разные имена: «палов» (Диодор, I в. до н. э.), «спалеев» (Плиний, I в. н. э.), «спалов» (Иордан, VI в. н. э.), «споров» (Прокопий, VI в. н. э.), «толей» или «полян» (в наших летописях). Очевидно, это было одно и то же автохтонное (коренное) население, издавна отличавшееся среди соседей своей более высокой культурой и одно время даже сплотившее вокруг себя, как мы предполагаем, многие сколотские и венедские племена в общий военно-племенной союз (вероятно, к началу нашей эры), в рамках которого особенно интенсивно шло сближение и скрещение этих племен и образование ранней славянской народности. Недаром византийский историк Прокопий (VI в. н. э.) считал, что в старину все славяне назывались «спорами», а сами славянские народы производили от аналогичного имени «спалы» широко распространенное у них слово «сполин», «исполин» (т. е. великан, сильный человек).

Северные предки славян, венеды, были, повидимому, общими предками не одних только славян, но и различных древнелитовских, или балтийских, племен (литовцы, латыши, древние пруссы — исконное население Пруссии, уничтоженное немцами). И те и другие по своему происхождению являются братскими народами, лишь постепенно, в ходе истории, выделившимися из состава своих общих предков, древних венедов, которые в составе юго-восточных своих племен слились затем со сколотами — склавенами в единую славянскую народность. На тесную близость славянских и «балтийских» языков уже давно указывали многие наши языковеды (Фортунов, Шахматов, Соболевский, Поржезинский, Ушаков и др.).

Древнейшие славяне сложились из многовекового слияния северных (венедов) и южных (сколотов) дославянских племен. Они расселились затем на запад, где совместно с коренным, родственным им населением, главным образом лугийскими (или литийскими) племенами, обитавшим между Вислой и Одрой (нынешним Одером), образовали западных славян (II–VI вв. н. э.). Древнейшие славяне распространились также на юг, образуя совместно с родственными им всем племенами иллирийцев и фракийцев, исконным населением Придунавья, — южных славян (V–VII вв.).

Русский народ, старший среди славянских народов, представляет собой непосредственно дальнейшее развитие основного ядра древнейших, или восточных, славян.

Основные племена восточных славян, известные нам позже из летописи и давшие начало русскому народу, по данным археологии начали складываться уже в первые века нашей эры. В это время на юге намечается обширная территория скловенов между средним Днепром и Карпатами; по верхнему Днепру — область будущих кривичей; по Припяти — область будущих дреговичей; по Десне — будущие северяне и ряд других местных племенных группировок в верховьях Волги и Оки. Все эти области были тесно связаны взаимными сношениями между собой, равно как и с Причерноморьем: находки кладов с римскими монетами свидетельствуют о торговых сношениях с античными колониями Юга, главным образом племен среднего Днепра, у которых складывается довольно высокая культура, приемница древней эллино-скифской.

В степной полосе жили многочисленные племена, главным образом аланов и сарматов, также сделавшие свой вклад в культурное развитие Причерноморья, как и древние античные города: Ольвия, в устье Южного Буга, Херсонес Таврический, Пантикапей, столица обширного Боспорского царства (современная Керчь), Танаис на нижнем Дону и др. Развиваются торговые отношения и на севере, у венецких племен, особенно по Балтийскому морю, которое в восточной своей части носит уже к II в. н. э. название Венедского залива.

Богатое, культурное Причерноморье начинает привлекать чужеземцев с севера. В конце II в. н. э. сюда устремляются дружины готских племен, обитавших до того на нижней Висле и теснивших венедами. Они принимают участие в тех многочисленных морских и сухопутных военных экспедициях против слабеющей Римской империи, которые предпринимают в III в. дружины причерноморских племен — аланов, карпов, бостарнов, роксоланов, боранов, гелуров и др. Необходимо особо отметить, что готы (германская народность), переселившиеся в Причерноморье, распадаясь на несколько отдельных, самостоятельных племен, не образовали здесь единого государства; они усваивали более высокую, старинную культуру Причерноморья, сохраняя, однако, свое языковое своеобразие. Все эти факты опровергают давние измышления немецких историков-националистов, поддержанные в последнее время, фашистской пропагандой о более высокой культуре, якобы принесенной готами, и о мнимой обширной готской «державе», господствовавшей над славянами.

Более тесное объединение готов происходит только к 70-м гг. IV в., когда они под тегемонией остготов Германариха начинают захватнические войны со своими соседями. Однако эта агрессия тотчас встречает противодействие от двух возникших к этому времени военно-племенных союзов: антского союза славянских и родственных племен на северо-западе Причерноморья и аланского союза на востоке. Ослабленные борьбой с ними, готы не выдержали нападения нового врага — гуннов, пришедших из Азии, и должны были в большей своей части удалиться из чужой земли; лишь незначительная часть готов осталась на юге Крымского полуострова, все более растворяясь в дальнейшем в местном населении.

Антский союз племен сложился в борьбе с готами в течение IV в. В его состав вошли, очевидно, среднечерноморские славяне и прикарпатские племена карпов, костобоков, арсиетов и

роксоланов (первоначально фракийского, частью сарматского происхождения), с различным уровнем развития, в дальнейшем уже не упоминающихся в качестве самостоятельных племен. В пределах антского союза шло слияние всех этих племен и образование южной ветви восточного славянства — антов, выступающих теперь наравне с венедами и склавенами. Другое их имя — роксомоны, в котором звучит корень «рос», внесенный вошедшими в антский союз роксоланами и арсиетами. С этого времени (IV в.) появляется среди восточных славян имя «Русь» и становится известно далеко за пределами Причерноморья. Северный народ «росии», или «рос», был известен даже в Сирии в IV–VI вв. (Ефрем Сирий, Псевдо-Захарий).

Все эти факты говорят в пользу южного происхождения имени Русь, распространенного затем на всех восточных, или русских, славян, совершенно независимо от пришедших из Скандинавии дружинников — варягов. Повторяем и подчеркиваем, что ранняя Русь получила свое имя не от северных германцев — шведов, она сложилась в борьбе с германцами — готами.

* * *

Культура ранней Руси, или антская культура, (IV–VII вв.) развивалась самостоятельно, продолжая местные традиции культур эллино-скифской и сармато-аланской и дала в дальнейшем культуру Киевской Руси, воспринявшей позднее и самостоятельно переработавшей культурные традиции Византии, частью через посредство Болгарии.

В VII–VIII вв. славянские племена начинают переходить от стадии первобытной общины и военно-племенных союзов к классовому обществу и созданию первых славянских государств. У западных славян, в Ботемии, возникает славянское княжество с князем Само во главе, успешно отстаивавшее свою самостоятельность в борьбе с аварами и франками; у южных славян складывается по нижнему Дунаю болгарское государство. У восточных славян около этого же времени образуется в Прикарпатье обширное объединение славянских племен с вождями во главе, которым пришлось отстаивать свою самостоятельность от нападений аваров («обры» русской летописи) и хазар, появившихся в это время в степях Причерноморья и начавших свою агрессию в славянские земли. В ходе этой борьбы идет дальнейшее сплочение русских племен и образование ими русского народа, хотя и с местными своеобразиями его отдельных частей.

Арабские писатели говорят нам о трех политических центрах VIII–IX вв., объединивших первоначально племена русских славян: о среднечерноморском центре с городом Киевом, о приильменском центре, вероятно с городом Старая Руса, а затем с Новгородом, и, наконец, как можно предполагать, об упоминавшемся уже прикарпатском центре с вождями во главе, носившем у арабских писателей имя Артсании. В борьбе с хазарами эти три первоначальных государственных объединения, сливаясь, дают затем начало Киевскому государству, мало-помалу объединившему всю древнюю Русь.

В старой русской исторической науке, как и теперь еще за границей, господствовала так называемая «норманская теория» происхождения русского государства и даже самого имени «Русь». По этой теории, в ее наиболее развитой форме, северные области восточных славян якобы

КОЛХИЦИН

Кандидат биологических наук

В. В. САХАРОВ

В 1902 г. профессор ботаники Московского университета И. И. Герасимов сообщил о своих чрезвычайно интересных, как мы увидим дальше, экспериментальных исследованиях над пресноводной нитевидной водорослью спирогирой. Действуя низкой температурой, он добился приостановки нормального хода деления клеток спирогиры, в результате чего уже образовавшийся материал для двух дочерних ядер оставался в одной неразделившейся клетке. Таким путем получались гигантские клетки, в которых увеличенными вдвое оказались не только элементы ядра, но и вся масса клеточной плазмы — цитоплазмы. Более того, при последующих делениях таких клеток образовались новые гигантские нитевидные спирогиры. Они нормально развивались и, достигнув зрелости, формировали гигантские половые клетки (гаметы). При конъюгации¹ этих гигантских водорослей возникали соответственно

же увеличенные оплодотворенные половые клетки (так называемые зиготы).

Исследование проф. Герасимова давно признано классическим, но понять все его значение оказалось возможным только теперь, при современных достижениях науки. Велико его значение для понимания некоторых направлений эволюции растительных форм. Замечательно и то, что в работе проф. Герасимова намечены были первые пути к созданию некоторых новых форм культурных растений. Одним словом, это была первая работа по экспериментальному созданию растительных форм с удвоенными по величине клетками, или, что теперь мы особенно подчеркиваем, с удвоенным набором хромосом¹.

¹ Хромосомы — небольшие, обычно парные, включения в ядре клетки; их число и форма, как правило, строго постоянны для данного вида животных или растений. При образовании мужских и женских половых клеток в каждую половую клетку попадает только половинный (гаплоидный) набор хромосом, состоящий только из одного представителя от каждой пары хромосом. При оплодотворении, т. е. слиянии половых клеток, восстанавливается обычный (диплоидный), характерный для вида набор хромосом. Наукой накоплен колоссальный фактический материал, неопровержимо свидетельствующий о роли хромосом как материальных носителей наследственных свойств.

(Окончание)

подверглись массовой колонизации скандинавов-варягов, которые затем отдельными группами проникали на юг, в Киев и Приазовье, всюду основывая свои политические центры, господствующие над местным восточно-славянским, а на севере — финским населением. Точные археологические данные в корне разрушили эту попытку фальсификации русской истории. Археология показывает крайне незначительный процент среди местного населения пришлых скандинавов, приходивших на Русь, очевидно, в виде отдельных дружинников или их отрядов, влившихся в военные дружины местного населения, выделяющиеся в процессе самостоятельного сложения государства у восточных славян. Варяги не только не принесли с собою из Скандинавии «государства» и имени «Русь», — они не принесли с собою и более высокой культуры. Напротив, они сами усвоили более высокую культуру Руси и растворились в русском славянстве.

Таким образом, русский народ и предки русского народа были исконными хозяевами своей земли. В своем культурном развитии они не отставали от прочих племен и народов средней и северной Европы, создавая в ходе истории свою политическую и культурную самостоятельность и защищая ее от всякой агрессии: от нападений южных кочевников-степняков, от немецких «псов-рыцарей», от шведов, от поляков, не раз в прошлом захватывавших исконные русские земли. Татарское завоевание положило конец политическому и культурному единству древнерусского

народа. Западные и юго-западные земли его подпали под власть литовского и польского государств и дали начало Белоруссии и Украине, тогда как северо-восточная Русь сплотилась вокруг Москвы и постепенно образовала свое национальное государство.

Предками белорусского народа являлись старинные восточнославянские племена треговичей (живших в Полесье), радимичей (по реке Сожи) и отчасти кривичей (полоцких), тогда как основу украинского народа составили древние племена полян, вольнян, или бужан, хорватов (в Прикарпатье), тиверцев и уличей (на юге), отчасти северян (по Десне и Сейму) и древлян (соседей полян). Сложение самостоятельных национальных белорусского и украинского языков наблюдается уже в XVI в. В свою очередь предками великоруссов явились северо-восточные племена кривичей (верховья Днестра, З. Двины и Волги) и вятичей (верховья Оки), а также приильменские (новгородские) словене, вобравшие в свой состав при дальнейшем расселении и некоторые финские элементы.

Так древнерусский народ периода Киевского государства образовал затем три братских народа: великорусский, украинский и белорусский. Каждый из них обладает ныне своим государством в составе великого Советского Союза, каждый творит свою культуру, национальную по форме, социалистическую по содержанию, в тесном братском общении между собой и другими народами нашего Союза.

Полиплоидия в природе

В начале нашего столетия только-только начало осуществляться единство двух наук, науки о наследственности (генетики) и науки о клетке (цитологии). Именно в это время (1902–1903 гг.) было впервые понято, что закономерности расхождения парных хромосом при образовании половых клеток являются материальной основой закономерностей расщепления наследственных признаков при передаче их потомству. Неудивительно, что вскоре развернулись работы по изучению числа и формы хромосом у различных животных и растений. В результате такого изучения было открыто замечательное и широко распространенное в природе явление полиплоидии. Сущность этого явления в том, что у некоторых видов высшие хромосомные числа составляют арифметическую прогрессию от исходного низшего числа хромосом, свойственного одному или нескольким из близких им видов. Такие полиплоидные ряды, представляющие постепенное кратное увеличение исходного хромосомного набора, наблюдаются и среди животных, но значительно более распространены они у растений. Больше половины (!) всех видов высших растений, у которых определены числа хромосом, являются полиплоидами. Из этого следует, что в ряду важнейших эволюционных изменений, перестраивавших систему клеточного ядра, полиплоидия занимала далеко не последнее место.

Поняв роль полиплоидии в эволюции, исследователи поставили перед собой задачу овладения методами экспериментального получения полиплоидов, т. е. встали на тот путь, которым впервые пошел пионер этого дела проф. Герасимов.

Экспериментальное получение полиплоидов

Не будем излагать всю историю работ по экспериментальному получению полиплоидов. Коротко скажем, что ряду исследователей удалось получить различные полиплоидные растения действием на делящиеся клетки крайних низких и высоких температур, центрифугированием, декапитацией (т. е. срезанием верхушки побега и получением отдельных полиплоидных ветвей из наплыва, образующегося на раневой поверхности) и другими приемами. Все эти методы давали различные результаты, но основным их недостатком была необходимость постановки очень широких экспериментов для того, чтоб в лучшем случае получить очень небольшой процент измененных растительных форм.

Не случайно внимание исследователей устремилось к отысканию химических факторов, нарушающих нормальный ход клеточного деления, в первую очередь к испытанию разных наркотиков. Однако и тут не было больших удач, пока не открыли специфического действия колхицина на полиплоидию.

Ввиду особого значения колхицина в деле создания новых растительных форм о нем мы расскажем подробнее.

Колхицин

На лугах средней и южной Европы, а у нас в Закавказье и Крыму растет небольшое лилейное растение безвременник осенний (колхикум аутоумнале; рис. 1). В самом названии хорошо подчеркнута особенность этого растения, у которого осенью прямо из земли, без листьев,

выходят только одни розовые цветы. Листья же развиваются только на следующую весну.

В семенах и клубнях безвременника содержится алкалоид¹ колхицин. Как и многие другие алкалоиды, колхицин ядовит. В ничтожных дозировках он используется в медицине, главным образом при подагрических приступах.

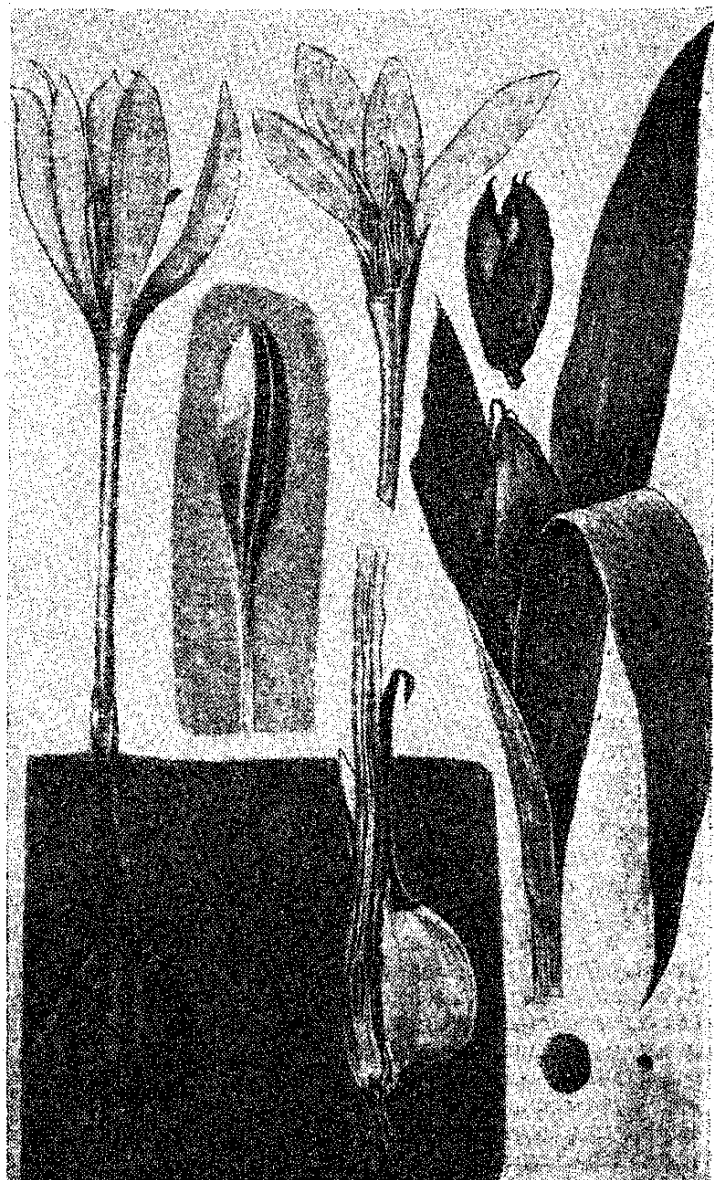


Рис. 1. Безвременник осенний

Изучать действие колхицина на клетку начали медики и, как это ни удивительно, еще в 1905 г. вышедшее в Лондоне «Руководство по фармакологии» Диксона прямо указывает, что одним из действий колхицина является «возбуждение митозов»². Указание Диксона осталось незамеченным и, когда с 1908 по 1932 г. выходил ряд работ о колхицине, то все они были посвящены только изучению его физиологического действия главным образом на теплокровных животных. Лишь в 1934 г. из школы бельгийского ученого Дюстена появились исследования, специ-

¹ Алкалоиды — органические азотсодержащие вещества, преимущественно растительного происхождения.

² Митоз, или кариокинез, — клеточное деление, во время которого каждая хромосома, расщепляясь вдоль, образует два точных своих подобия в двух дочерних хромосомах. Последние расходятся, и в результате каждая дочерняя клетка получает набор хромосом, точно повторяющий набор материнской клетки.

ально изучавшие реакции клетки на колхицин. Ученик Дюстена Литс под влиянием колхицина наблюдал необычайно большое количество митозов в тканях у белых мышей. Дюстен подтвердил это наблюдение на своем материале по опухолям у тех же мышей. Оба исследователя характеризуют колхицин как очень активный фактор, действующий на увеличение числа митозов в клетках, т. е. приходят к тому же выводу, который почти за 30 лет до них сделал Диксон.

Однако выводы всех названных исследователей оказались, повидимому, ошибочными. Сделав правильные и очень интересные наблюдения по увеличению под влиянием колхицина числа делящихся клеток, они неверно истолковали причины этого увеличения. Честь выяснения настоящих причин принадлежит английскому ученому Людфорду. Тщательно проверив действие колхицина на культуру раковых клеток, Людфорд в 1936 г. показал, что при действии даже очень слабых растворов (1:40 000 000) колхицина действительно наблюдаются большие количества митозов, но эти «взрывы» митозов обусловлены не стимулирующим действием колхицина на деления клеток, а остановкой этих делений и «накапливанием остановленных митозов» в тканях. Людфорд выяснил, что остановка деления клеток вызывается отсутствием нормальной деятельности веретена деления клетки¹. Людфорд заметил и сказал самое главное. Теперь, как это мы увидим дальше, мнение Людфорда о распаде (инактивации) под влиянием колхицина веретена деления окончательно подтверждено.

Наконец, в результате ряда медицинских и цитологических работ, колхицин попал в цитогенетические лаборатории. В конце 1937 г. в США независимо друг от друга вышли две работы, блестяще показавшие замечательные свойства колхицина. Одна из этих работ принадлежала Блексли и Айвери, другая Небелю.

Блексли правильно оценил открытие работавшего у него сотрудника Эйгсти (вызвавшего колхицином полиплоидию в клетках корешков растений) и направил внимание своей лаборатории на развитие работ с колхицином. Уже в начале этой работы лаборатория получила хорошие результаты по удвоению хромосом у ряда растений. Были получены полиплоидные формы нескольких видов дурмана, двух видов портулака, флокса, звездчатки, петунии, табака, наперстянки, ночной красавицы, настурции, желтофиоли, редьки, тыквы, клевера, люцерны, кукурузы, лука и др.

Небель получил такие же результаты на растении градеканции и, кроме того, показал неправомерности и задержку клеточных делений, возникающие в дробящихся яйцах иглокожих животных даже от слабых доз колхицина.

Обе работы убедительно показали, что именно колхицин обладает свойствами вещества, которое так долго и целеустремленно искали цитологи-генетики в своих исследованиях по направленному получению удвоенных хромосомных наборов в клетках.

После 1937 г. было проведено много исследований, в которых колхицин применялся уже как метод для создания новых полиплоидных форм у растений. Ход этих работ не был приостановлен даже мировой войной. Многочисленные растения подвергались воздействию колхицина. Некоторые растения обнаружили особую легкость образова-

ния полиплоидов (петуния, лен, гречиха и др.), другие проявили большую стойкость к нему (земляника, вика, картофель и др.), но пожалуй можно назвать только одно растение, которое вовсе отказалось ответить полиплоидией на воздействие колхицином. Это безвременник, сам вырабатывающий этот замечательный алкалоид. То, что колхицин не действует на безвременник, нас должно удивлять не больше, чем то, что желудок не переваривает своей собственной стенки. Удивительно скорее неизбирательность колхицина, действующего не только на любые из испытанных растений, но и на животные клетки, и наряду с этой неизбирательностью — строгая направленность в получении одинакового конечного результата.

Каждый биолог наверно не раз задумывался над тем, как много общего существует между самыми отдаленными представителями живого мира. В этом отношении поразительно единообразным является и митоз, т. е. тот способ, каким клетки растительных и животных форм осуществляют точное распределение существеннейших элементов их ядра между дочерними клетками. Своеобразие действия колхицина заключается именно в направленном его влиянии на процессы митотического деления клеток.

Под влиянием колхицина рост клеток не останавливается, но вследствие нарушения митоза их увеличение идет в объеме, а не в числе. Наблюдениями под микроскопом, выяснившими механизм действия колхицина, в последние годы занимался ряд исследователей. Их работы твердо установили, что, как и говорил Людфорд, под влиянием колхицина наступает распад (инактивация) аппарата, разводящего хромосомы, т. е. веретена деления. Особенности, наблюдающиеся в «колхициновых митозах», были обстоятельно выяснены в работах шведского исследователя Левана. Он показал, что благодаря инактивации и опаздыванию в разделении центромер (участков хромосом, к которым прикрепляются нити веретена)

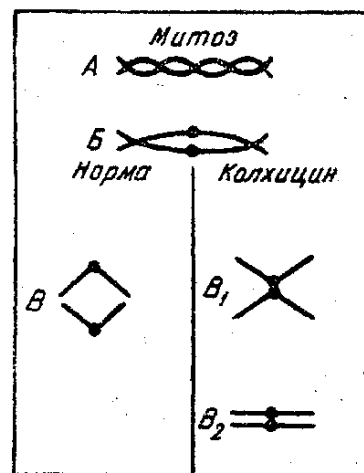


Рис. 2. Схема расхождения хромосом при нормальном делении клетки и под влиянием колхицина

наблюдается странное поведение дочерних хромосом. Вместо обычных картин отхождения к полюсам центромер, тянущих за собою оба плеча своей хромосомы, наблюдаются крестообразные фигуры, создаваемые отталкивающимися друг от друга плечами хромосом и скрепленным узлом все еще нерасцепившихся центромер (рис. 2 и 3). Разделение центромер, наконец, совершается, но оно происходит так поздно, что хромосомы оста-

¹ Во время деления клетки возникает так называемое веретено деления, состоящее из неокрашенных нитевидных образований («тянущие нити»), проходящих от одного полюса клетки к другому. По этим нитям осуществляется разведение хромосом.

ются в удвоенном наборе в той же материнской клетке, характерно располагаясь в виде «пар лыж» (рис. 3). В результате продолжающегося влияния колхицина, в одной гигантской клетке можно накопить 2, 4, 8 и даже большие числа нерасшедших комплектов хромосом.

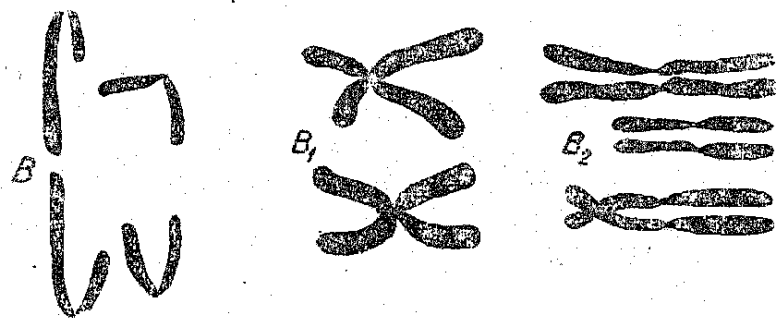


Рис. 3. Расхождение хромосом: B — при нормальном делении, B₁ и B₂ — при делении под влиянием колхицина

Английские цитологи Барбер и Коллан (1943 г.) подтвердили наблюдения Левана о выключении деятельности веретена, но названные авторы обращают еще особое внимание на нарушения под влиянием колхицина водного обмена в клетках. Действительно, в «колхициновых», как растительных, так и животных, клетках наблюдается сильное набухание, своеобразная «внутриклеточная водянка». Иногда эта водянка становится заметной и простому глазу, например при сильных воздействиях колхицина на личинку известного земноводного животного — тритона. Изучение водного обмена в нормальных и «колхициновых» условиях очень интересно. Оно может объяснить нам не только механизм действия колхицина на клетку, но и помочь в выяснении вопроса о возникновении и деятельности веретена в нормальных процессах делящейся клетки.

Создание новой формы гречихи с удвоенным набором хромосом

Природа дает нам замечательные образцы полиплоидных видов, возникших в ней и широко расселившихся в новых местообитаниях. Многие из этих растений закрепляются в более суровых условиях, чем те условия, в которых существуют родственные им виды с меньшими числами хромосом. Постигая закономерности возникновения и развития полиплоидов и осваивая процесс получения их, мы нашли в колхицине мощное орудие для создания новых форм. В наше время с помощью колхицина получено уже много растений с удвоенными наборами хромосом, и сейчас стало реальностью использование их в практике. Много обещают в этом отношении декоративные садовые растения (лилии, ноготки, львиный зев, флоксы и др.), где увеличение хромосомного набора приводит к большей величине и часто к более разнообразным окраскам цветка. Интересно, что, даже не подозревая, в чем лежит причина изменчивости, цветоводы давно уже отобрали ряд замечательных растений (розы, георгины, тюльпаны, нарциссы), изучение которых только теперь установило их полиплоидность.

Блестящие результаты дает применение колхицина в области отдаленной гибридизации¹. Для большинства отдаленных гибридов характерна их

полная бесплодность. Но стоит только удвоить их хромосомный набор, как они на наших глазах превращаются в нормально плодовые растения. Очень демонстративна в этом отношении работа академика А. Р. Жебрака по гибридизации культурных сортов пшеницы с их далекими родственниками — дикими пшеницами.

Здесь, как иллюстрацию применения колхицина, мы приведем нашу работу по созданию путем удвоения собственного хромосомного набора гречихи совершенно новых крупнозерных и высокоплодовых форм ее.

Объект был выбран не случайно: экономическое значение гречихи очень велико, но вот уже более полувека, как перед нашей отечественной агрономией стоит вопрос о поднятии урожайности этой культуры. Наряду с введением агротехнических мероприятий, реально повышающих ее урожайность, за последние десятилетия был введен ряд более продуктивных сортов, и тем не менее гречиха продолжает резко отставать от других зерновых культур.

Отставание урожайности гречихи столь значительно, что вполне своевременно ставить вопрос о коренной перестройке биологии самого растения, и мы надеялись осуществить эту перестройку путем полиплоидии.

Поставленная задача очень трудна. Дело в том, что при отдаленной гибридизации, как мы говорили, удвоение хромосомного набора возвращает плодородность даже вполне бесплодным формам. Но при удвоении собственного набора хромосом, т. е. при так называемой аутополиплоидии², экспериментально полученные аутополиплоиды почти неизменно отличаются крайне пониженной плодородностью. Мы надеялись преодолеть эту основную трудность широким размахом первых опытов, т. е. созданием сразу большого исходного материала и отбором из него наиболее удачных форм.

Работы по экспериментальному получению аутополиплоидов были начаты в 1941 г. в Институте цитологии Академии Наук СССР. Кроме автора настоящей статьи, в них принимают самое непосредственное участие цитолог С. А. Фролова и аспирант Института В. В. Мансурова.

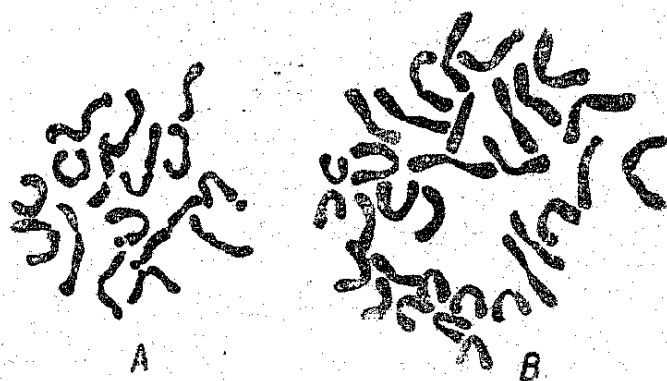


Рис. 4. Набор хромосом у гречихи: А — набор из 16 хромосом у нормального диплоидного растения, В — набор из 32 хромосом у новой тетраплоидной формы гречихи

Для вызывания полиплоидии мы использовали от 0,02 до 0,1% растворы колхицина, применявшие обычно в течение суток. Среди растений, выращенных из замоченных в колхицине семян, мы получили 21% таких, которые дали среди нор-

¹ Гибридизация — получение потомства от пары особей отличающихся по каким-либо наследственным особенностям в частности от пары особей, принадлежащих к разным видам.

² От греческого слова «аутос» — сам.

мальных диплоидных¹ семян хотя бы одно или несколько семян тетраплоидных². При воздействии колхицином на точку роста стебля у сеянцев, мы получили почти такой же (22%) результат. Наибольший успех получился при воздействии на корни. Для этого молодые растения выкапывали из земли и их отмытые корешки погружали в раствор колхицина, после чего колхицин отмывали и растения снова пикировали в землю. В этом случае нам удалось получить 70% опытных растений, давших среди нормальных также и тетраплоидные семена.

В результате мы получили 259 аутополиплоидов, происходящих от 79 исходных растений девяти различных сортов посевной гречихи.

В каждом случае полиплоидность (тетраплоидность) устанавливалась лишь на основании тщательного анализа, показывающего наличие 32-хромосомного (тетраплоидного) набора в клетках, вместо обычного 16-хромосомного (диплоидного), характерного для гречихи (рис. 4).

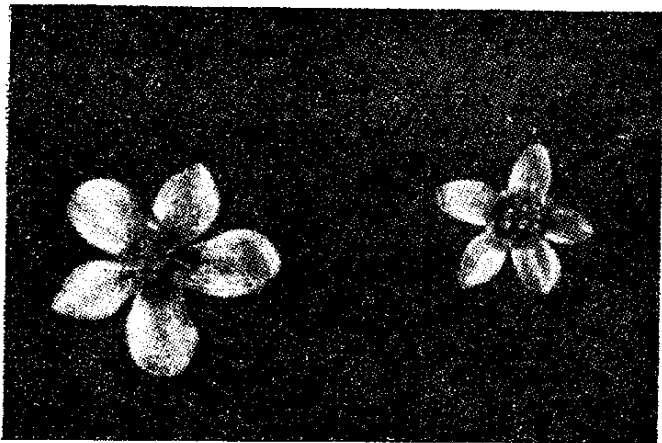


Рис. 5. Цветки гречихи: слева — нормальный, справа — тетраплоидный (Рис. увеличен)

Аутотетраплоиды гречихи выделяются своим мощным развитием, густой темнозеленой окраской листьев и укрупнением всех своих частей и органов. Цветок у них крупнее нормального раза в полтора, крупнее и семена (рис. 5). Если вес тысячи семян у хороших сортов гречихи равен 23—25 г, то у тетраплоидов он в среднем не меньше 36—38 г и у многих экземпляров доходит до 48 г и выше. У тетраплоидов несколько более выражена оболочка зерна (25% вместо 20%), но вес семян даже без оболочки все же выше нормальных не менее чем на одну треть (рис. 6).

При наличии отмеченных признаков гигантизма, для аутотетраплоидов все же характерно гармоничное развитие. Число междоузлий у развившихся (закончивших вегетацию) тетраплоидных и нормальных растений одинаково. Тетраплоидные запаздывают только на 5—7 дней в своем созревании против обычных растений, что не имеет практического значения. Хорошим новым признаком у тетраплоидов является неосыпаемость. Благодаря этому их можно оставлять на корню до полного созревания всех семян, тогда как обычную гречиху во избежание потерь урожая необходимо убирать по созревании только двух третей зерна.

В отношении любого признака тетраплоиды проявляют более широкую изменчивость, чем обычная гречиха. Эта их особенность, наряду с возможностью закрепления отбором желательных качеств, позволяет видеть в тетраплоидах гречихи настоящий клад для селекционной работы¹.

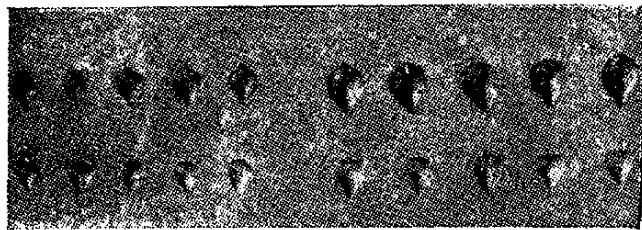


Рис. 6. Семена гречихи: слева — нормальной, справа — тетраплоидной. Нижний ряд — облученные семена

Однако уже теперь, когда работа по отбору только начата, наш богатый исходный материал позволил нам отобрать и размножить новые формы, превосходящие по своей урожайности обычную гречиху. Нами создан ряд линий, дающих в среднем по несколько сотен полноценных крупных семян на растение. Отдельные растения дали почти по две тысячи семян на одном растении, что составляет около 70 г. Подобных цифр мы не имели никогда на контрольных диплоидных экземплярах и не встречали в научной литературе.

Могучее действие искусственного отбора лучше всего можно показать на тетраплоидах, полученных из сорта гречихи «большевик». В результате размножения нескольких тетраплоидных семян гречихи, выращенных в 1941 г. на 8 растениях, в 1944 г., т. е. на третий год, было собрано свыше 3 ц тетраплоидного зерна гречихи.

На плеводческой станции Тимирязевской с.-х. академии в 1944 г. доцентом В. Н. Хохловым было проведено предварительное сортоиспытание тетраплоидов из сорта гречихи «большевик». В этом сортоиспытании тетраплоиды дали в переводе на гектар — 17,1 ц, идущий же как стандарт прекрасный сорт диплоидной гречихи «Тимирязевская» дал только 8,3 ц.

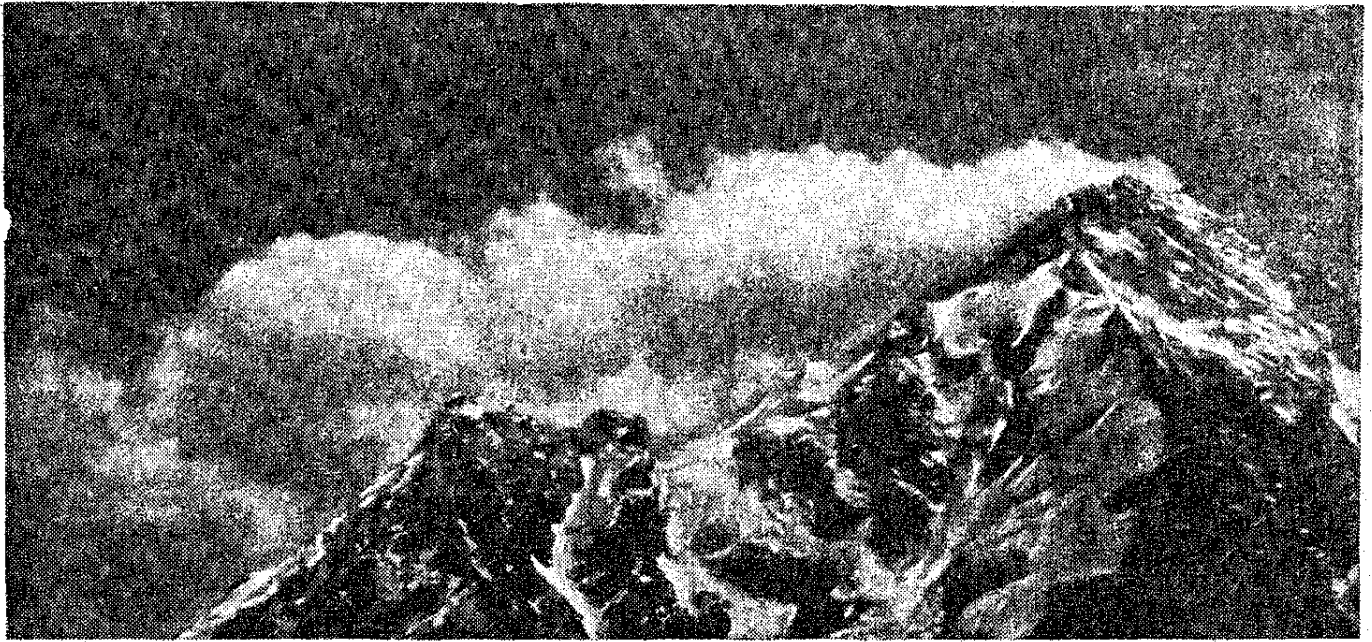
Испытание и работа с нашей тетраплоидной гречихой ведутся теперь не только нами. В ряде селекционных исследовательских институтов и станций продолжается работа по ее селекции, изучается ее физиология, медоносность и другие стороны. Мы надеемся, что кроме тетраплоидного сорта гречихи «большевик» интересными окажутся и некоторые из других наших тетраплоидов (сорта гречихи: «алтайская», «бурят-монгольская», «харьковская»). Всегда очень важно исследовать поведение новых форм в различных географических условиях. Особенно это важно в случае тетраплоидов, так как физиология этих форм может быть существенно отличной от исходных диплоидов. Вспомним, что в природе диплоидные и тетраплоидные виды растений занимают разные местообитания.

Огромное значение для дальнейшей работы с тетраплоидной гречихой и для практического использования ее на полях представляет нескрещиваемость новых форм с исходной обычной диплоидной гречихой.

¹ Диплоидный — от греческого слова «диплос» — двойной.

² Тетраплоидный — от греческого слова «тетра» — четыре.

¹ Селекция (от латинского слова «селектус» — избранный) — искусственный отбор.



Облака и осадки

Доктор физико-математических наук
Б. Л. ДЗЕРДЗЕЕВСКИЙ

План лекции

1. Сколько воды падает на землю в виде дождя и снега: отдельные дожди и дожди на всем земном шаре.
2. Откуда поступает в воздух эта вода. Испарение в разных условиях.
3. Причина испарения — солнечное нагревание. Тепло солнца. Нагревание земной атмосферы.
4. Количество влаги в воздухе в зависимости от температуры. Конденсация водяного пара.
5. Конденсация в атмосфере. Образование облаков.
6. Выпадение осадков. Ливни, длительные (обложные) дожди.
7. Разные виды облаков и их высота. Град.
8. Возможность борьбы с излишком осадков и их недостатком.

Содержание лекции

Если вы живете в деревне и наблюдаете падающий дождь, то количество воды, выпавшей на землю, вам трудно будет определить. Вода просачивается в почву, стекает ручейками, и о том, сколько ее выпало на землю, можно судить только по степени увлажненности почвы. В городе это установить легче, так как здесь вода не просачивается в почву. Правда, она стекает. Но по-

ложим, что мы находимся на очень большой и ровной площади, не имеющей стоков. Допустим, что на эту площадь падал в течение одного часа ровный дождь. Так как мы условились, что дождевая вода в течение этого часа нигде не стекала и так как она не просачивалась сквозь асфальт, то стало быть она целиком осталась на площади, покрыв ее ровным слоем. Какова толщина этого слоя? Измерив ее, мы убедимся, что она очень невелика, приблизительно около 10 мм.

Каково же будет количество воды, разлитой на этой площади в литрах или ведрах? Одно и то же количество воды может располагаться слоями большей или меньшей высоты, в зависимости от размеров того сосуда, в котором эта вода находится. В самом деле, наполняющая ведро до краев вода, если мы ее выльем в большую ванну, покроет дно очень невысоким слоем. Чтобы определить, сколько воды дождь дал на нашу площадь, надо толщину этого слоя воды умножить на размер площади. Очевидно, дождь в течение часа не мог идти на одной небольшой городской площади или на одной улице. Он одновременно захватил значительно больший район, хотя бы, скажем, весь город. Для приближенного подсчета допустим, что во всем городе дождь имел одинаковую интенсивность и, следовательно, если бы вода не стекала, то толщина ее слоя составила бы также 10 мм. Подсчитаем, сколько ведер воды дает слой такой толщины на площади 1 га. Оказывается, что на 1 га в этом случае вылилось 100 000 литров воды, или 8 300 ведер.

Как мы видим, для того, чтобы выпал даже такой небольшой дождь, нужно колоссальное количество воды. Ведь мы сделали этот расчет только на 1 га, а дождь одновременно падает на площади многих десятков и сотен тысяч гектаров.

У нас в средней части европейской территории Союза в среднем в год выпадает 500—600 мм осадков. Это глубина того слоя воды, который накопился бы на всей территории в течение года от всех дождей и снегопадов, если бы вся эта вода никуда не стекала и не «высыхала».

Количество выпадающих осадков, т. е. толщина слоя воды, выпадающей в течение года, в разных местах земного шара различна. Над пустынями — в наших Каракумах или в Сахаре — осадков выпадает совершенно ничтожное количество. Но в других местах, например в нашем Закавказье, в течение года дождя выпадает очень много. Так, в районе Батуми слой воды, выпавшей в течение года, достигает 2,5—3 м, т. е. превышает человеческий рост. И это не предел. На земном шаре есть места, где осадков выпадает в 3—5 раз больше, чем в Батуми. Например, в тропическом поясе, на Гавайских островах, в Индии, в Африке в год выпадает от 10 000 до 15 000 мм осадков, что составляет слой воды высотой в пятиэтажный дом.

Сколько же выпадает осадков на всем земном шаре? Это количество огромно: в среднем на всем земном шаре за год падает столько дождя и снега, что эта вода могла бы покрыть весь земной шар ровным слоем глубиной 743 мм.

Сколько же это будет ведер? Получается колоссальная цифра, которую трудно себе представить. Поэтому для выражения такого большого количества воды, например несомого реками или содержащегося в морях и океанах, в качестве измерительных единиц применяют не ведра, а кубические километры или даже тысячи кубических километров. Так вот, на всей Земле в среднем в год выпадает 379 200 км³ воды. Весит эта масса воды сотни тысяч миллиардов тонн.

Познакомимся ближе с тем, каким образом такое количество воды попадает в воздух и держится в нем.

Основным и по существу единственным источником всех процессов на земном шаре — в том числе и испарений и движений воздуха — является Солнце. Оно единственный источник тепла для земного шара, обуславливающий всю

жизнь на Земле. Солнце распространяет вокруг себя такое количество тепла, которое в одну минуту могло бы растопить окружающий его слой льда толщиной 12 м или превратить в одну минуту в пар ледяную глыбу диаметром 2 000 км.

Земля получает меньше одной миллиардной части тепла, расходуемого Солнцем. Но все же площадь в 1 см² получает в 1 минуту столько тепла, что за это же время (т. е. за 1 минуту) им можно нагреть 1 см³ воды на 2,0°. Вся же поверхность земного шара получает колоссально много тепла. Только за одни сутки его количество оказывается больше, чем все топливо, сжигаемое человечеством за 1 000 лет. Одни материки меньше чем в год получают такое количество тепла, которое равно запасу каменного угля на всем земном шаре.

Так как поверхность Земли окружена воздушной оболочкой, то несущие тепло солнечные лучи попадают прежде всего в воздух. Можно ли из этого сделать вывод, что сильнее всего нагревается именно воздух и затем уже поверхность Земли? — Нет, это не так. На самом деле земная атмосфера легко пропускает солнечные лучи, почти не нагреваясь ими. Поэтому солнечное тепло свободно проникает до поверхности Земли и нагревает ее. Только после этого начинает излучать тепло земная поверхность.

Мы можем получить тепло и от горящего костра или открытой топки и от раскаленных углей вольтовой дуги, и от нагретой печки, но уже со сгоревшими дровами или углем. Если источником тепла служит раскаленный предмет, то нагревание от него распространяется сильнее и интенсивнее. Такая же значительная разница в распространении тепла наблюдается и в том случае, когда это тепло идет от раскаленного Солнца и от слабо нагретой его лучами Земли. Только что было сказано, что земная атмосфера довольно свободно пропускает солнечное тепло, очень слабо нагреваясь им. Но оказывается, что она ведет себя совсем не так по отношению к тому теплу, которое идет от слабо нагретой земной поверхности. Это тепло она почти целиком задерживает и, стало быть, нагревается им.

Подобный же эффект мы наблюдаем в парниках и оранжереях. Стелянные окна, покрывающие оранжерею или парники, хорошо пропускают теплые солнечные лучи, но очень плохо пропускают обратно тепло от нагретой в парниках земли. Поэтому под стеклянными окнами парника и становится значительно теплее, чем снаружи.

Земная атмосфера играет роль таких же парниковых стекол. Это ее действие часто так и называют «оранжерейным эффектом». Тепловые лучи от поверхности Земли в атмосфере задерживаются главным образом находящимся в нем водяным паром.

Мы все хорошо знакомы с явлением «высыхания» влаги. Повешенное на дворе мокрое белье очень быстро «высыхает». Так же «высыхает» сильно смоченная дождем почва. «Высыхают» и лужи и вода, налитая в таз или ведро. Куда же эта вода девается? Она, как говорят, «испарилась». Само это слово показывает, что вода «превратилась в пар». Обычно мы привыкли считать, что пар образуется тогда, когда вода кипит. Это неверно. Водяной пар всегда находится в воздухе. Он прозрачен и невидим, за исключением особых условий, о которых мы скажем дальше. Испарение происходит при любых температурах, даже

при морозе. Это хорошо знают хозяйки, вывешивая для просушки на двор белье при морозе, хорошо знают это жители Севера и полярные путешественники, высушивающие на морозе промокшие одежду, обувь и т. д. Изменение температуры влияет только на скорость испарения — при низкой температуре она меньше, при высокой (особенно при кипении) — она значительно больше.

Что же такое испарение воды? Вода, как и все другие тела в природе, состоит из бесчисленного количества мельчайших частиц — молекул. Они настолько малы, что мы их совершенно не видим и вода представляется нам однородной массой. На самом деле все молекулы, составляющие воду, расположены на некотором расстоянии друг от друга и находятся в непрерывном движении. Молекулы, движущиеся близко к поверхности воды, «выскакивают» из нее в воздух, и часть из них больше не возвращается в воду, а остается в воздухе в виде водяного пара. Таким образом, постепенно все большее и большее количество молекул уходит из воды, переходя из жидкой среды в газообразную — вода «испаряется». При повышении температуры скорость движения молекул возрастает, следовательно выскакивает из воды все большее их число. Поэтому то скорость испарения увеличивается при повышении температуры, особенно при кипении.

Итак источником, поставляющим воду в земную атмосферу, является испарение с поверхности Земли. Здесь понятие «поверхность Земли» употреблено в широком смысле слова, подразумевающим поверхность всего земного шара — и сушу, голую и покрытую растительностью, и реки, и озера, и моря, и океаны. Легко понять, что количество воды, испаряющейся с этих различных частей земной поверхности, различно. Меньше всего испаряется воды с голой каменистой пустыни, так как здесь вообще мало воды. Значительно больше — иногда очень много — испаряет покрытая растительностью почва. Это обуславливается прежде всего тем, что испарение происходит с поверхности листьев или стеблей растений, а поверхность их очень велика и иногда в несколько раз превосходит поверхность того куска Земли, на котором эти растения живут. Особенно сильно испаряет лес, потому что корни поднимают воду из очень большой глубины.

Но как долго может происходить испарение воды в воздух? Можно ли предположить, что в воздухе окажется такое количество воды, что дальнейшее испарение уже будет невозможно — новым выскакивающим из воды молекулам уже как бы «не станет места». Как мы дальше увидим, в некоторых случаях и в особых условиях такое положение наблюдается. В общем же в земную атмосферу всегда происходит испарение с поверхности Земли. Особенно интенсивно оно происходит из-за движения воздуха (т. е. из-за ветра). При этом над каждым участком земной поверхности проносятся все новые и новые количества воздуха, которые, перемещаясь дальше, уносят водяной пар и дают место новым количествам воздуха, куда может испаряться вода.

Еще сильнее влияет на испарение беспорядочный перенос небольших частей воздуха вверх и вниз. При этом вверх переносится большое количество влаги.

Самые большие количества воды в воздух поступают с поверхностей рек, озер, морей и океанов. Они-то и играют основную роль в создании

в воздухе запасов воды, падающих на Землю в виде осадков

Итак, вследствие нагрева Солнцем земной поверхности с нее происходит испарение воды в земную атмосферу. Количество водяного пара в воздухе сильно меняется. Он может почти полностью отсутствовать в некоторых случаях, в других достигая 4% по объему.

От чего зависит такое различие в количестве водяного пара? — Прежде всего от температуры воздуха. Чем выше температура воздуха, тем большее количество водяного пара он может со-

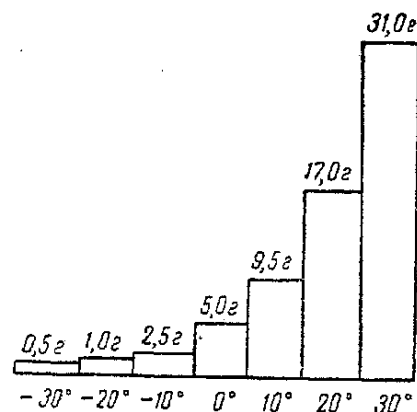


Рис. 1

держат. Эта разница очень значительна. Например, зимой при -30° в 1 м^3 воздуха может содержаться всего 0,5 г воды (рис. 1). Летом при температуре $+30^{\circ}$ в том же количестве воздуха может содержаться уже 31 г водяного пара. Объем воздуха все тот же — 1 м^3 , но в одном случае температура будет -30° , в другом $+30^{\circ}$. Но как регулируется это количество водяного пара? Мы говорим, что в воздухе при данной температуре может содержаться определенное количество водяного пара. А если его будет меньше или больше, — что же с ним произойдет тогда?

Если количество водяного пара в воздухе будет меньше предельного (рис. 1), то водяной пар будет оставаться в воздухе невидимым. Когда же он достигнет этого предельного количества, то воздух будет полностью «насыщен» водяным паром. В этом случае испарение новых количеств воды будет очень затруднено, так как количество молекул, выскакивающих из воды в воздух и попадающих обратно, будет почти одинаковым.

В разных участках Земли количество испаряющейся в год воды разное. Если в Ленинграде в среднем в год испаряется слой воды высотой 300 мм, а в Москве 400 мм, то в северной Африке этот слой достигает 6 м. Это зависит от различия температуры в этих местах.

Что же произойдет дальше с водяным паром, если испарение все-таки будет продолжаться или мы как-то вообще увеличим количество воды в воздухе и сделаем его выше величины насыщения? — Для того чтобы разобраться в этом, представим себе следующий случай. Положим, что мы взяли герметически закрытый сосуд, содержащий 1 м^3 воздуха. Температура этого воздуха равна $+20^{\circ}$. Количество воды равно 15 г. Это на 2 г меньше предельной величины, которую этот объем воздуха при температуре $+20^{\circ}$ еще может содержать. Следовательно, водяной пар будет невидим. Предположим, что мы герметически закрыли этот сосуд и начали его охлаждать, хотя бы поставив на ледник. Количество влаги в воздухе в этом сосуде не будет менять-



Рис. 2

ся — ей неоткуда взаться и некуда исчезнуть. Допустим, что мы охладили воздух до температуры 0° . При этой температуре он может содержать всего 5 г водяного пара, а у нас в нем находится 15 г. Что же станет с лишними 10 г? — Если в нашей камере есть стеклянная стенка, то мы увидим, что с понижением температуры в воздухе постепенно начнет появляться белое облачко или туман. По мере охлаждения это облачко будет все плотнее. Наконец, вода начнет оседать на стенки сосуда крупными каплями или даже падать на его дно в виде «дождя». Таким образом, мы видим, что влага, оказавшаяся «лишней» в воздухе при его охлаждении, начала из него удаляться, выпадать.

Другой опыт мы можем проделать очень легко у себя дома, понаблюдав за кипящим чайником. Мы увидим, что белое облачко всегда появляется на некотором расстоянии от чайника или от его носика. Возьмем термометр, имеющий деления до 100° , и поместим его у самой воды или у носика чайника — там, где не видно никакого белого облачка. Температура здесь окажется равной $+90^{\circ} - +80^{\circ}$. Перенесем теперь термометр в белое облачко. Окажется, что здесь температура значительно меньше — только $+40 - +50^{\circ}$. Именно здесь мы видим облачко пара. Почему? Разве ближе от поверхности воды влаги в воздухе нет? — Она, конечно, есть, но так как там теплее, то большее количество водяного пара может содержаться в воздухе невидимым. При охлаждении пар собирается в облачные капельки, или, как говорят, «конденсируется». Чтобы еще тверже убедиться в этом, поднесем к видимому облачку пара электрическую плитку или другую горелку, т. е. иначе говоря, нагреем воздух в этом месте. Облачко тотчас же исчезнет, но оно появится вновь, как только мы уберем наш нагревательный прибор.

Итак, мы установили, что водяной пар, находящийся в воздухе, при определенной температуре может быть невидимым. Когда же температура воздуха понижается, то водяной пар становится видимым, соединяется в облачные капли, «конденсируется». Как же это происходит в атмосфере? Разве и там образование облаков связано с охлаждением? — Совершенно верно. Облака образуются при охлаждении воздуха, образуются тогда, когда имеющееся в нем количество водяного пара превосходит предельную величину. Мы очень часто наблюдаем эти явления, но не отдаем себе отчета об их причине.

Рассмотрим, например, рис. 2. Этот снимок я сделал на центральном Кавказе утром, в летнее время. Горные жители хорошо знают, что в это время года утром наблюдается ветер с долин в горы, а вечером — с гор в долины. Вызвано это изменением нагревания, связанным с восходом, дневным подъемом и заходом солнца. Снимок сделан при начале долинного ветра, т. е. ветра, идущего по ущелью снизу к горам. На фотографии мы видим большой «облачный столб», стоящий перед горной стеной. Надо отметить, что все явление имело очень большие размеры. Эта горная стена представляет собой часть центрального Кавказа с возвышенностями около или

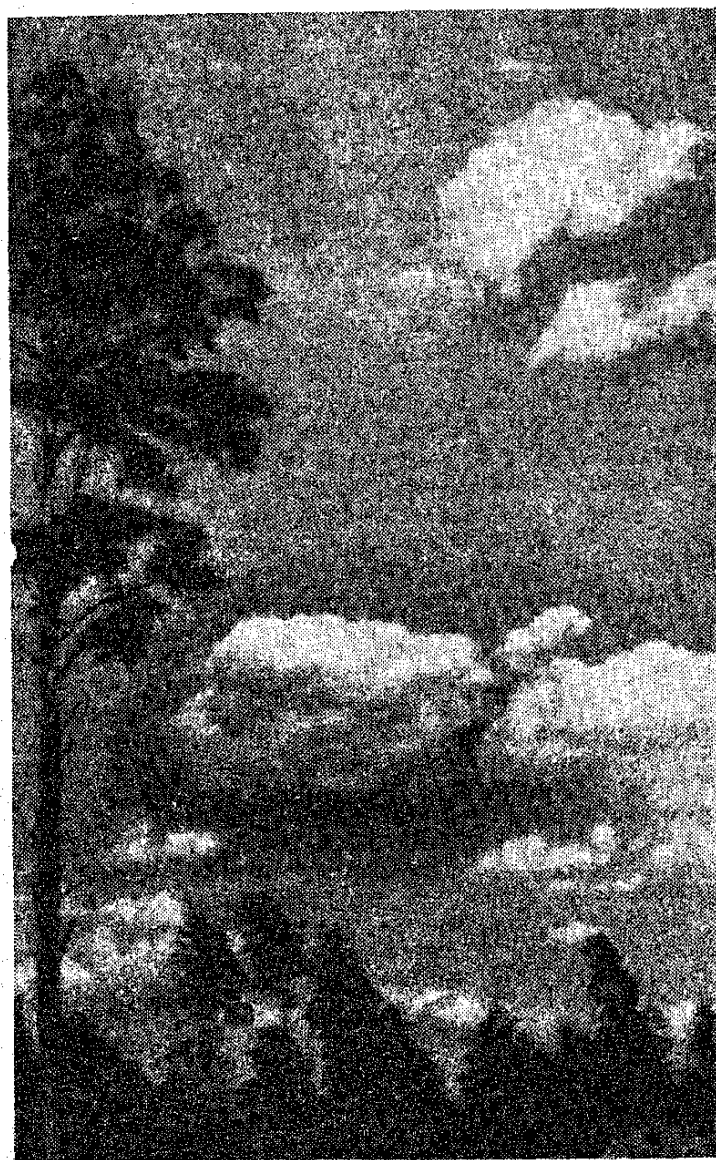


Рис. 3

выше 5 тыс. м, покрытыми сплошными ледниками. Высота их вершин над видимым на снимке справа ледником (Бизингский ледник) превосходит 1 км. Что же здесь произошло? Почему образовался такой высокий облачный столб? — Идущий с юга по ущелью влажный и относительно теплый воздух ударился о горную стену и быстро поднялся вверх. Там он сильно охладился, поправ в более высокие, а следовательно более разреженные и холодные слои атмосферы¹, количество содержащейся в нем влаги превысило предельную величину для новой, более низкой температуры, и она образовала видимое нами облако. Его форма — высокий узкий столб — хорошо показывает направление и подъем теплого воздуха вверх.

Летом мы очень часто любимся появляющимися в полдень отдельными кучевыми облаками

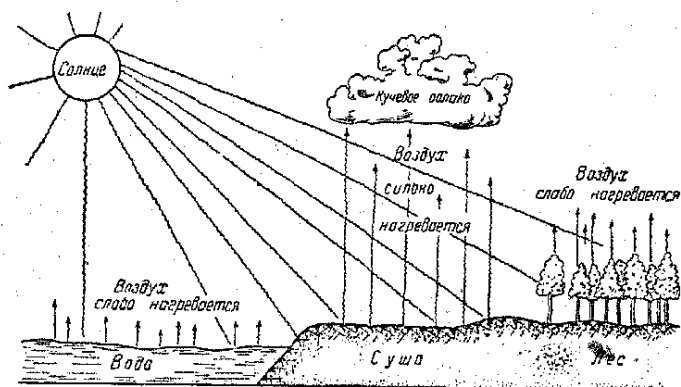


Рис. 4

(рис. 3). К вечеру эти облака обычно исчезают. Почему же эти облака держатся такими отдельными кучками, или кучами? Почему они появляются в полдень и почему исчезают ночью? — Ответ на все эти вопросы дает рис. 4. Легко понять, что разные участки земной поверхности нагреваются по-разному — сухая, голая почва больше, чем покрытая растительностью и лесом, и больше, чем вода в озере или реке. Если лето теплое и день жаркий, то отдельные участки почвы могут сильно нагреться и при этом значительно сильнее, чем соседние участки. От этих более теплых участков сильнее нагревается и лежащий над ними воздух, а более теплый воздух становится более легким, чем окружающие его части более холодного воздуха. Он начинает как бы «всплывать», подниматься вверх. Но поднимаясь вверх, он может достичь такой высоты, где воздух более разрежен. При этом он сильно охладится. Стало быть он может содержать меньше водяного пара, чем это было внизу, когда он был теплее. Значит, водяной пар конденсируется. Результат этого мы и видим в виде облака. Но так как сильно нагрелись отдельные небольшие части, или «пузыри», воздуха, то и конденсация водяного пара произошла в них, а следовательно и облака оказались в виде отдельных небольших куч.

Иногда кучевые облака наблюдаются не в виде таких небольших отдельных облачков, а в виде мощных очень высоких и больших «облачных гор», напоминающих строением цветную капусту (рис. 5). И все же несмотря на большую величину и высоту таких облаков может не быть дождя. А в других случаях и из значительно

меньших по размерам и менее высоких облаков падают довольно сильные ливни. Почему это так?

Норвежский ученый Бергерон дал объяснение этому явлению. Оказывается, что если мы станем охлаждать абсолютно чистый воздух, то облако в нем не образуется и в том случае, если температура воздуха понизится на много ниже той, при которой водяной пар должен уже конденсироваться. В этом случае будет наблюдаться так называемое «перенасыщение». Если же мы в этот воздух вступим некоторое количество пыли или дыма, то конденсация водяного пара наступит моментально. В этом случае водяной пар осядет на молекулах пыли или дыма, и таким образом легко произойдет его конденсация. Такие частицы так и называются «ядрами конденсации».

Раньше полагали, что дождевые капли образуются путем слияния мелких облачных капель вместе. Но дальнейшие подсчеты показали, что для образования дождевых капель в этом случае пришлось бы ждать несколько суток. А на самом деле это явление очень часто длится несколько минут. Бергерон показал, что осадки в виде «настоющего» дождя или снега (а не тумана и мороси) выпадают только в том случае, если облако состоит не из однородных водяных капелек одинакового размера, а из капель разного размера и из ледяных кристаллов и водяных капель. В этом случае «перекошевание», оседание воды на ледяные кристаллы происходит чрезвычайно быстро.

Если водяная облачная капля и отдельные ледяные кристаллы могли находиться в воздухе и плавать в нем, то такой утяжеленный кристалл уже не может оставаться в этом состоянии и начинает падать на землю. Падая через облако, он сталкивается с новыми каплями и все больше увеличивается в размерах и весе, и все с большей скоростью летит на землю. Если дело происходит летом, то при этом наш ледяной кристалл с осевшей на нем водой падает во все более теплые слои с температурами выше 0° . Поэтому он тает и на землю падает большая водяная капля диаметром 4–5 мм.

Вот почему в некоторых случаях дождь идет из сравнительно низких облаков, а в других не наблюдается, несмотря на то, что облака очень велики. Значит, в первом случае температура ниже 0° , а стало быть и ледяные кристаллы находились достаточно низко, а во втором поднимающийся воздух не достиг той высоты, где температура ниже 0° и, следовательно, облако не имеет ледяных кристаллов.

Иногда мы наблюдаем такую картину. Развивается мощное кучевое облако. Оно растет вверх все выше и выше и стоит на небе в виде огромной горы с очень причудливой вершиной. На этой вершине все изгибы и неровности очень резки и видны очень хорошо. Облако продолжает расти. Затем верхушка его вдруг начинает терять свою резкость, туманится, покрывается как бы пеленою. Через 10–12 минут после этого начинается ливень.

Образование покрывающей верхушку облака пелены произошло тогда, когда облако поднялось выше уровня с температурой ниже 0° , вершина его обледенела, в облаке появились ледяные кристаллы, а это сейчас же и привело к тем явлениям, о которых мы только что говорили, и к выпадению дождя.

Иногда на землю падает не только дождь или снег, а целые кусочки льда в виде крупы или града. В некоторых случаях градины достигают очень большой величины — до 300 и более мм в

¹ См. лекцию «Воздушный океан». «Наука и жизнь», № 4, 1945.

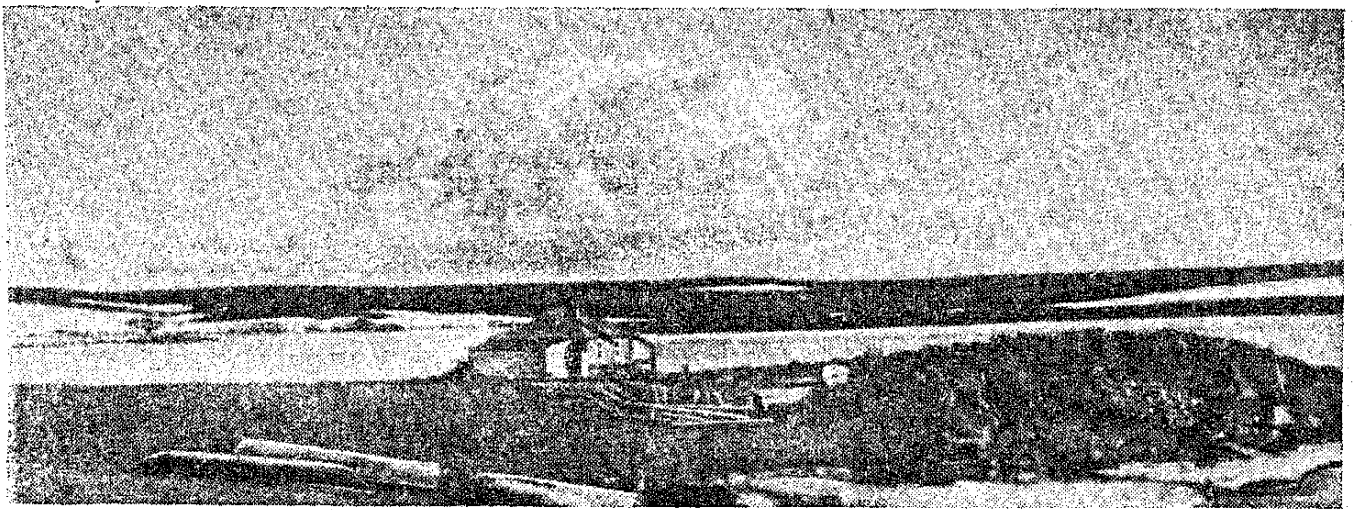


Рис. 5

диаметра. Этот «каменный дождь» уничтожает посевы, убивает скот, пробивает крыши.

Как же образуются и держатся в воздухе такие большие куски льда? — Это поясняет рис. 6. Если дневное нагревание очень сильно и разнородно, то дождевая капля может проделать такой долгий путь, как это указано на рисунке. После начала ее падения, новым поднимающимся вверх, как говорят — «восходящим», потоком воздуха капля поднимается вверх, замерзает, увеличивается в объеме и начинает падать вниз. Но вскоре она попадает в еще более сильный восходящий поток. Этот поток сильнее предыдущего и

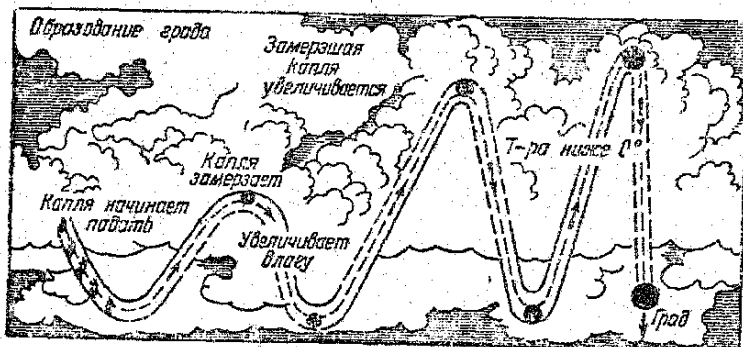


Рис. 6

он может поднять большую обледеневшую каплю еще выше. Такой процесс повторяется несколько раз, пока, наконец, размер и вес льдинки не окажутся настолько большими, что восходящие потоки уже не в силах удержать ее в воздухе и градина летит на землю.

Мы разобрали, таким образом, один из случаев образования дождя летом, когда он вызывается неравенством температуры соседних небольших частей воздуха. Но как же выпадают осенние дожди с мелкими каплями, длящиеся по нескольку суток? Да и летом иногда наблюдаются длительные, так и называемые «обложными», дожди. Где же и почему в этом случае происходит подъем и охлаждение воздуха? Или же эти дожди (а зимой снег) образуются по-иному?

Рассмотрим рисунок на стр. 23. Он сделан также на Кавказе. На нем видны очень высокие горы и у вершины как бы прилипшее к ней облако. Крутом в это время было ясно. Это облако в течение всего дня непрерывно меняло свою форму, но оставалось постоянно как бы приклепленным к вершине горы.

Оно образовалось потому, что большой поток воздуха, текущий по поверхности Земли, встретил на своем пути горный хребет и вынужден был подниматься на него. Охлаждение и конденсация водяного пара наступили близко около вершины горы, и поэтому здесь-то мы и видим это облако «привязанным» к вершине.

Иногда такие облака около вершин гор имеют очень хорошо видную форму «чечевицы» или «дирижабля». Они так и называются «чечевицеобразными» облаками.

Таким образом, мы установили, что и в горных местностях облачность образуется от подъема и охлаждения воздуха, причем здесь подъем вызывается горами. А если гор нет? Как образуется длительный дождь на равнинах? — Оказывается, и здесь образование облаков и осадков происходит вследствие подъема воздуха вверх и его охлаждения. Только роль горы для теплого и более влажного воздуха играет клин более холодного, а стало быть и более тяжелого, воздуха, лежащего на поверхности Земли.

Такое различие в нагревании разных частей земной атмосферы (холодный воздух, теплый воздух) обусловлено тем, что эти части воздуха нагреваются разными участками земной поверхности и нагреваются по-разному.

В том случае, когда поднимается небольшой «пузырь» воздуха, он поднимается быстро, объем его невелик, количество воды в нем также невелико, и дождь идет в виде сильного, но короткого ливня. Когда же поднимается по склону горы или по клину холодного воздуха большое количество теплого воздуха, то этот подъем происходит медленно, но зато поднимается огромная воздушная масса. Поэтому дождь идет медленно, но много дольше, иногда в течение нескольких суток.

Различный характер подъема воздуха, указанный выше, приводит не только к разному характеру выпадающего дождя, но и к разному характеру образовавшихся при этом облаков. В одном случае это облака небольшие, в виде отдельных куч, в других случаях — это тяжелая облачность, закрывающая все небо. В зависимости от характера подъема воздуха и высоты того уровня, где водяной пар начинает конденсироваться, облака резко различаются по внешнему виду, но всегда имеют определенную форму. Мы

часто любимы перистыми облаками, плавающими высоко в небе. Они располагаются на высоте 6—7 и больше километров. Это самые высокие облака, они состоят из мельчайших ледяных кристалликов. Здесь влаги мало, облака эти тонки и прозрачны.

Очень часто наблюдаются более плотные, но еще достаточно высокие облака, напоминающие гребни волн на море, или «барашки». Часто они так и называются «барашками». Это высококучевые облака. Они расположены на высотах — до 3—4 км — и часто сливаются в почти сплошной покров, в виде слоистых облаков.

Часто, особенно зимой, небо затягивается сплошной пеленой низких, серых, однообразных облаков, целиком закрывающих все небо, без всякого просвета, и сохраняющихся в течение многих дней. Высота их очень невелика. Поднявшись на самолете на 100—300 м, мы уже войдем в облака. Это слоистые облака. Их природа одинакова с природой тумана.

Когда надвигается длительный обложной дождь, связанный с подъемом теплого воздуха над холодным, то задолго до начала дождя мы видим высокие перистые облака. Но характер их отличается от тех, которые мы упоминали выше. Они постепенно уплотняются, закрывают все небо. Далее облака становятся все плотнее, опускаются ниже. Наконец, они нависают тяжелой серой облачной массой, и тогда начинается дождь.

Самыми мощными, самыми высокими облаками являются облака ливневые и грозовые. Их основание лежит обычно на высоте около 1—1,5 км, вершины же достигают 7—9 км. Таким образом, высота облака равна 6—8 км.

Дождь чрезвычайно важен для жизни человека. Он доставляет влагу посевам, без которой невозможна жизнь растений. Но иногда количество этой влаги оказывается излишне большим. Да и идет дождь не всегда во время. Сильный град тоже может принести много беды.

Как бороться с неблагоприятной погодой, как прекратить дождь или град, или, наоборот, как вызвать дождь во время засухи? Может ли человек это сделать? — Сейчас пока нет. Непосредственного влияния на погоду в больших масштабах человек сейчас оказать не может. Попытки в этом направлении делались многократно. Например, давно пытались с помощью специальных мортир (род пушки) остановить грозовое облако и «разбить» град. Эффект от такого обстрела был аналогичен тому, как если бы мы захотели остановить идущий поезд или летящий самолет, обстреливая его горошинами из дробовика, т. е. никакой.

Пытались рассеивать облака, рассыпая на них наэлектризованный песок или специально облучая их электротоком. Но эти меры оказались недостаточными. Для того чтобы достичь какого-нибудь эффекта требовалось такое количество энергии, которое человек не может собрать в одном месте, а если бы и смог, то это стоило бы столько, что расходы не окупились бы.

Широко распространено мнение, что стрельба артиллерии вызывает дождь. Это, конечно, неверно и, как мы видели из предыдущего, просто нелепо. Стрельба может добавить в воздух только еще некоторое количество ядер конденсации, но недостатка в них вообще никогда не бывает. Нагревание же воздуха при стрельбе столь ничтож-

но, что о каком-либо эффекте в этом отношении говорить не приходится.

Итак, мы пока не можем непосредственно управлять погодой. Но все же мы имеем возможность эффективно бороться с ее «недочетами» другими способами. Специально обработав землю, мы можем уменьшить испарение и, следовательно, сохранить в ней влагу или же можем путем обработки увеличить испарение и высушить почву. Провода снегозадержание, мы увеличим влагу в почве. Усилив сток талых вод, уменьшим количество воды на влажных почвах. Посев засухоустойчивых или морозостойких семян, мы обеспечим урожай, несмотря на неблагоприятные условия в этом отношении. Разложив костры или поставив специальные грелки, мы сможем сохранить растительность от заморозков. Здесь нужное количество энергии доступно нам, так как нагревать приходится ничтожно низкий слой воздуха, спасающий растение от выхолаживания. Используя технические изобретения и приборы, несмотря на туманы, мореплаватели и летчики благополучно приводят свои суда в порты или на аэродромы.

Все эти столь эффективные меры борьбы с природой дала в руки человеку наука.

Методические замечания

Тема лекции чрезвычайно интересна и увлекательна. В конце концов характер погоды обуславливается главным образом облачностью и осадками. Изменения других метеорологических элементов не так показательны, не так резко меняют облик всей погоды в целом. Наконец, облака и осадки играют непосредственную роль в самых различных отраслях деятельности человека. Люди, занимающиеся этой деятельностью, обычно бывают хорошо знакомы с различными видами облачности, с характером осадков, физически объяснить им все эти явления и легко и очень важно.

Желательно — если это позволяют обстоятельства — показать опыт с кипением чайника и термометром. Чрезвычайно повысят восприятие лекции ссылки на примеры из текущей погоды или погоду последних дней.

В совхозах, колхозах, школах можно использовать лекцию для возбуждения интереса к более внимательным и постоянным наблюдениям над облаками, что позволит прийти к использованию их для предсказания погоды по местным признакам.

Литература

Бернштейн-Брюкман, в переработке С. П. Хромова. Введение в метеорологию. ГТТИ, 1938.

Очень хорошо изложенная популярная книга.

Джорденов. Полеты в облаках. Военгиз, 1940.: Очень популярно и занимательно написанная книга. Главы 2, 3, 4, 6 и 7 могут быть использованы для лекции по теме.

Т. Бергерон. Лекции об облаках и практическом анализе карты.

Издание Гидрометеослужбы, 1934.

Серьезная монография, излагающая теорию образования облаков и осадков. Может быть использована только подготовленным лектором.

ЖИЗНЬ НАУЧНЫХ УЧРЕЖДЕНИЙ И НАУЧНЫХ ОБЩЕСТВ



Ученый секретарь Библиотеки АН СССР

К. И. ШАФРАНОВСКИЙ

«Найдено было в Митаве 2 500 книг, кои большею частью философические и богословские. К сим присовокуплено было несколько лечебных и химических книг, которые привезены из Москвы и, повидимому, употребляемы были в сем городе при аптеках. Оные книги положены были в Летнем дворце, где они и лежали до 1719 года». Но еще в 1714 г. «Шумахеру, бывшему в медицинской канцелярии секретарем при отправлении иностранных переписок, поручено было от лейб-медика Арешкина (Арескина) привести в порядок книги, которые были собраны в Курландии и в завоеванных провинциях». Так возникла в самом дворце Петра первая значительная в России библиотека не только славяно-русских рукописей, но и иностранных книг.

Иностранец, посетивший Россию, писал в 1716 г., что Петр I «не забывает ничего, что могло бы содействовать прославлению среди ученых его резиденции и, если он продолжит обогащение своей знаменитой библиотеки в Петербурге, она станет через несколько лет одной из лучших не по числу томов, а по их качеству».

Между тем число книг увеличивалось и «наконец число оных возросло такоко, что потребовалось перенести их в другое место». Для Библиотеки отвели палаты вельможи Кикина, казенного в числе сторонников царевича Алексея. Они были расположены недалеко от того места, где позднее Растрелли создал свои исключительно красивые постройки Смольного монастыря. Иностранцы, интересовавшиеся новой столицей, строившейся на берегах Невы, и в особенности возростающей мощью России, побывали и в новом помещении Библиотеки. Она удивила их внешним благоустройством, большим числом хороших книг и, по словам одного из них, книжная коллекция «не уступала ни одной в выборе и обилии изысканнейших сочинений».

В 1725 г. была основана Академия Наук. Библиотека и Кунсткамера с ее «раритетами», собиравшиеся Петром, вошли в состав новоучрежденного «Социетета наук».

Академия Наук получила таким образом готовое и в какой-то степени организованное книжное собрание. Существенный недостаток состоял все же в том, что «сколько заведение сие полезно, столько употребление оного сначала подвержено было неудобствам, потому что Академия и жительства академиков находились от Библиотеки далее четырех верст». Но в это время на Васильевском Острове, у самой Невы, на месте, указанном Петром, строились уже «академические палаты». Это здание, сохранившееся до наших дней, было закончено в 1728 г. Его центральная часть с

башней была занята обсерваторией, а «славный Готорпский глобус, врученный Академии по указу Правительствующего Сената, перенесен в академическое строение и помощью прибывшего из Франции с профессором Делилем искусного механика Виньона поставлен был в находящемся под обсерваториею своде».

Западный флигель здания был предоставлен Кунсткамере, а в восточный была перенесена Библиотека. По сообщению С.-Петербургских Ведомостей она была «паки» открыта 25 ноября 1728 г.

По дошедшим до нашего времени сведениям о лицах, пользовавшихся книгами Библиотеки, видно, что в первой половине XVIII в. это были академики, служащие Академии и представители знати и правящего круга. Среди них встречаются имена Елизаветы Петровны и Анны Леопольдовны, Бирона, Миниха, князя Черкасского, Феофана Прокоповича и других. Во второй половине XVIII в. расписки академиков, сохранившиеся на обложках книг, говорят о большом интересе к новым иностранным журналам.

Один из библиотекарей второй половины XVIII в. писал: «Жестокость зимы не позволяла посторонним пользоваться Библиотекою; однако в летнее время вход в оную никому не запрещался. Любитель чтения может найти там все, чего он ни пожелает, а при том не только читать, но и выписывать что ему надобно».

Сотрудники Библиотеки «между тем трудились в сочинении по алфавиту книжной росписи и в переписывании ее на белом». В 1742 году «сия роспись показала в свет в трех книгах в осьмуху, в которой содержалось главное разделение Библиотеки на четыре науки, а именно: на богословие, юриспруденцию, медицину и философию». Это был первый систематический печатный каталог библиотеки, изданный в России. Он сохранился только в немногих экземплярах, представляющих исключительную редкость. Всего в это время в Библиотеке числилось 15 543 тома и в том числе лишь немного более 500 русских книг и рукописей.

О помещении, занятом книгами, сохранилась следующая запись: «Большая часть книг наших разряжена в двух залах и одной галлерее... Шкапы дубовые с дверьми из проволоочной решетки стоят подле стен и вокруг столпов... Верхний зал весьма светел и устлан белого и синего мрамора плитами... Галлерей равномерно светлая и украшенная такими же шкафами, как и внизу, занимаетя российскими, китайскими и тунгутскими книгами».

Через столетие, к середине XIX в., задачи Библиотеки Академии Наук видоизменились существенно. Она не была уже общественной библиотекой и стремилась «доставлять членам Академии литературные пособия для ученых их занятий». В связи с этим Библиотека пополнилась преимущественно литературой, необходимой для развития «возделываемых в Академии отраслей знания». Вместе с тем в положении о Библиотеке имелась существенная оговорка, сообщавшая, что «Академия не мало не имеет в виду исключить посторонних лиц, а особенно специальных ученых от пользования ее Библиотекою». Таким образом, перед Библиотекой ставилась цель обслуживания всех интересующихся научной литературой. К этому времени по своей структуре Академическая Библиотека была разделена на два самостоятельных отделения — Русское и Иностранное — с академиками-директорами во главе каждого из них.

Библиотека давно уже занимала все здание Кунсткамеры, но в нем уже с конца XIX в. не хватало места. Из-за отсутствия свободного помещения рукописные фонды были сложены в башне, принадлежавшей некогда обсерватории. При А. А. Шахматове они были приведены в порядок и эта работа привела даже к ряду ценных открытий. Многие рукописи были к этому времени забыты, считались даже утраченными. С 1901 г. их хранение было сосредоточено в специальном Рукописном отделении. В дальнейшем путем приобретения частных собраний и в результате удачных экспедиций на север России, организованных Библиотекой, Рукописное отделение пополнилось многими важнейшими памятниками древней письменности и стало одним из богатейших хранилищ многих списков летописей, старинных рукописных сборников и славяно-русских первопечатных книг, издававшихся до XVIII в.

Устройство Иностранного отделения Библио-



Образцы изданий Академии Наук в XVIII столетии и в первой четверти XIX столетия

В XVIII и в начале XIX в. русские книги составляли лишь меньшую часть всех книжных собраний Академии. Первые шаги по комплектованию Библиотеки Академии Наук русской литературой были сделаны все же еще довольно рано. Во второй четверти XVIII в. в Библиотеку велено было передавать все вновь выходящие в России издания. Поэтому во второй половине XIX в. и в последующее время, в связи с ростом печатной литературы в нашей стране, Русское отделение по размерам своих фондов начало быстро перерастать Иностранное.

С 1858 г. во главе Русского отделения стоял известный историк академик А. А. Куник, проработавший в Библиотеке до самого конца прошлого века. При нем улучшалась и упрощалась расстановка книг и начато было составление первого в Библиотеке карточного каталога. В 1882 г. по инициативе А. А. Куника книги на славянских языках были выделены из русского фонда в особое Славянское отделение.

Преемником А. А. Куника был знаменитый филолог и историк академик А. А. Шахматов.

теки было многим обязано крупнейшему ученому XIX в., основателю современной эмбриологии, К. М. Бэру. С 1835 г. и в течение последующих 27 лет он состоял директором Иностранного отделения. В 1842 г. была напечатана его система классификации книг, исключительно удачная для своего времени.

Работа по комплектованию Библиотеки иностранной литературой в XIX и XX вв. не была безрезультатной. Библиотека Академии Наук может с полным основанием гордиться исключительной полнотой принадлежащих ей собраний иностранных научных журналов и серийных изданий.

В начале XX в. старое здание, построенное для Библиотеки и Кунсткамеры, не могло более вмещать новые поступления.

Вопрос о постройке нового здания для Библиотеки был решен только в 1912 г. Библиотеку начали строить на небольшом расстоянии от исторического здания Кунсткамеры, на месте старого Гостиного двора, давно уже занятого складами товаров. Новое здание строилось для хранения

многомиллионных книжных фондов. Большой читальный зал и обширные рабочие помещения примыкали к восьмьюрусным книгохранилищам, изолированным от остальной части здания железными дверями. Низкие потолки книгохранилищ исключали необходимость пользоваться стремянками при расстановке и снятии книг с полок. Война 1914—1918 гг. задержала постройку. Новое здание Библиотеки Академии Наук было достроено только при советской власти.

Книги переносились в новое помещение в 1923 и 1924 гг. Небольшое расстояние между старым и новым зданием позволило организовать переноску Библиотеки без каких-либо промежуточных инстанций. Книги снимались с полок пачка за пачкой, передавались носильщикам, которые шли последовательно друг за другом и сдавали пачки в новом здании. Книги сразу же расставлялись на заранее подготовленных стеллажах. Собрания Библиотеки передавались таким образом по своеобразному конвейеру, их не приходилось разбирать и приводить в порядок. Библиотека продолжала в это время свою работу и могла выдавать все свои книги за исключением тех, которые находились в течение небольшого количества времени на руках у носильщиков.

9 ноября 1925 г. в присутствии ученых всего Советского Союза и иностранных гостей, прибывших на празднование двухсотлетия Академии Наук, состоялось официальное открытие Библиотеки в новом обширном здании на Биржевой линии Васильевского Острова.

Начиная с первой четверти XIX в. и позднее академические музеи, институты и лаборатории организовали свои специальные библиотеки. Книги на восточных языках были переданы в Азиатский музей еще в 1818 г. Зоологический музей, Минералогический музей, Химическая лаборатория и другие научные учреждения Академии Наук комплектовали свои книжные собрания и строили их в той или иной степени на базе Библиотеки Академии Наук.

С 1930 г. перед Библиотекой Академии Наук СССР, в связи с широким развитием научной работы в Академии Наук и в Советском Союзе в целом, были выдвинуты новые задачи.

Прежде всего необходимо было сосредоточить руководство всеми академическими библиотеками в одном центре и ввести единую целеустремленность и плановость в их работе. С этой целью в академических библиотеках был введен единый библиотечный штат и руководство библиотечным делом в Академии Наук было сосредоточено в руках директора ее основной Библиотеки и возглавлено специальной Библиотечной комиссией.

При Библиотеке Академии Наук было сконцентрировано все комплектование советской и иностранной литературой. Таким образом была создана координация в деле пополнения библиотек новыми изданиями. Это было особенно необходимо в связи с тем, что число библиотек при академических отделениях, институтах и лабораториях быстро возрастало. В настоящее время их уже больше шестидесяти.

Полный комплект всех вновь выходящих советских изданий продолжает, как и прежде, храниться в стенах Библиотеки Академии Наук. Комплектование институтских библиотек ведется

в основном на базе двух обязательных экземпляров.

Централизованная обработка литературы позволила подойти Библиотеке с 1935 г. к составлению сводного каталога всех изданий, поступающих в академические фонды. На карточках указывается место хранения всех экземпляров, направляемых в одну, в несколько библиотек и т. п. Карточки на книги передаются по разделам знаний в институтские библиотеки и хранятся, все без исключения, в генеральном каталоге Библиотеки Академии Наук.

Прежнее деление Библиотеки по языковому признаку (Русское, Иностранное и Славянское отделения) было заменено новой структурой, объединившей в одно целое весь организм Библиотеки. Помимо целого ряда других преимуществ, это дало возможность вести работу по составлению единого систематического каталога на всех языках.

Для улучшения обслуживания читателей и для работы по комплектованию академических библиотек с 1930 г. Библиотека старательно подбирала литературу для своего Справочного отдела. Энциклопедии, словари и библиографические указатели составляют в настоящее время исключительно полный фонд, насчитывающий свыше 40 000 единиц.

Накопленные за два с лишним века книжные богатства превышают цифру пяти миллионов томов только в стенах самой Библиотеки Академии. В 1930 г. при Библиотеке был организован Научно-библиографический отдел, подготовивший ряд указателей по физико-математическим и естественным наукам.

Тяжелое испытание было перенесено Библиотекой Академии Наук СССР в годы войны с фашистскими варварами и блокады Ленинграда. С начала военных действий наиболее ценные ее коллекции были свернуты, сложены в ящики и перенесены в наиболее защищенные подвальные помещения.

Но несмотря на тяжелые условия блокады Библиотека продолжала свою работу. Она обслуживала нового читателя — военные части и госпитали. Для них комплектовались передвижки. Библиотечный персонал направлялся к раненым и проводил читки и беседы. Команды противовоздушной обороны, организованные из библиотечного персонала, несли непрерывное дежурство. Не раз вражеские зажигательные бомбы сбрасывались на крыши Библиотеки. Два артиллерийских снаряда повредили стены здания. Выбитые окна, разрушенное центральное отопление создавали угрозу сохранности книжных фондов. Ящики с запакованными книгами вскрывались, пересматривались. Разбитые окна спешно заделывались.

В 1944 г. после снятия блокады началось восстановление Библиотеки. Ее ценнейшие книжные фонды, занимающие одно из первых мест не только в СССР, но и во всем мире, удалось сохранить без всяких потерь и повреждений. Летом 1944 г. их вынули из ящиков, расставили на прежних местах на полках. После трехлетнего перерыва стали поступать все новые советские издания и иностранная литература; вновь открылись читальный зал и ее Справочный отдел. В Библиотеке возобновилась интенсивная работа.

Ломоносов и русская геология горное дело и металлургия

Лауреат Сталинской премии, академик

Л. Д. ШЕВЯКОВ

Основное сочинение Михаила Васильевича Ломоносова по горному делу и металлургии под названием «Первые основания металлургии или рудных дел» было издано в 1763 г., но написано оно было двумя десятилетиями раньше, в самые первые годы по возвращении Ломоносова из-за границы. Эта книга имеет два приложения: одно по горному делу — «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном», другое по геологии — «О слоях земных». Кроме того Ломоносов написал «Слово о рождении металлов от трясения земли».

В этих геологических и технических трудах чрезвычайно ярко выражены гениальность Ломоносова, его мировоззрение и все характерные особенности его творчества.

Здесь налицо широчайшие обобщения и предвидения, оправдавшиеся двумя веками позднее. Здесь запечатлена необычайная сила ума, постигшего вечную изменяемость всего существующего в природе. Здесь стремление великого ученого объяснять предметы и явления природы генетически, с точки зрения истории их происхождения.

В блестящих сочинениях Ломоносова отражены и глубочайшее значение геологических идей для истинно-научного мировоззрения человека и значение геологических знаний для освоения природных минеральных богатств. Но прекрасно понимая, что реальное практическое использование полезных ископаемых осуществляется горным делом и металлургией, Ломоносов дал нашему народу первые, замечательные для своего времени, названные трактаты и руководства по всему циклу геологических наук, горного дела и металлургии.

Геологические идеи Ломоносова с наибольшей полнотой раскрыты в сочинении «О слоях земных».

Геология позволяет человеку познать то, что таится в недрах Земли. «Велико есть дело, — пишет Ломоносов, — достигать во глубину земную разумом, куда рукам и оку досягнуть возбраняет натура; странствовать размышлениями в преисподней, проникать рассуждением сквозь тесные расселины, и вечною ночью помраченные вещи и деяния выводить на солнечную ясность».

Какими же методами располагает геология, чтобы познать строения земных недр?

Здесь Ломоносов высказывает гениальную мысль. «Начиная по порядку сие дело, — пишет он, — за необходимость почтительно описать кратко... самый верхний слой, как покрывку всех прочих, то есть самую земную наружность. Ибо она есть часть нижних и по смежности много от них заимствует, уделяя им и от себя взаимно...» Иными словами, Ломоносов совершенно правильно рассматривает форму и другие особенности земной поверхности по взаимосвязи с внутренним строением земной коры, он стремится объяснить особенности поверхности земного шара в свете геологического строения недр и обратно. Поэтому он дает в первую очередь очень наглядное описание формы земного шара и рельефа его поверхности в соответствии с уровнем знаний того времени. Он рассказывает о расположении плоскостей и горных цепей, о рельефе дна морей и океанов, о речных системах и пустынях, о климате и зависимости климата от положения местности над уровнем моря по отношению к «морозному слою атмосферы». Эта часть сочинения «О слоях земных» фактически является изложением особой науки — физической географии, которую, следовательно, основал у нас Ломоносов. В его трудах и самый термин «физическая география» встречается неоднократно.

«О глубине Ледовитого моря в дальней пучине нет сведений», пишет Ломоносов. Мы знаем теперь, что эти сведения для территорий у северного полюса, где, по выражению Ломоносова, «беспрестанно свирепствующая стужа не терпит человеческого роду странноприимства», — были получены только экспедицией советских людей почти через 200 лет после того, как Ломоносов высказал приведенные слова.

Он особенно подробно говорит о геологических силах, которые разрушают поверхность Земли, тем самым обнажая горные породы и делая их доступными для наблюдения и изучения. Он правильно делит эти силы на внешние — «сильные ветры, дожди, течение рек, волны морские, пожары в лесах, потоцы» и на внутренние — «землетрясения».

Описания геологической работы текучей воды отличаются исключительной образностью. Едва ли можно сомневаться, что перед Ломоносовым вставали воспоминания детства, картины весеннего ледохода и разлива родной Северной Двины, когда он писал: «Обитатели по берегам больших рек тому свидетели, коль великие перемены

в берегах и стрежах их течение воды, наипаче внешнее, причиняет...» «Надменные преизобилием внешних вод, великие реки поднимают тяжкие свои зимние кровли и, отрывая части от берегов, тянут на себя вниз быстринною. Упирая, отираясь и ударяя в берега безмерными силами, подрывают и опровергают крутые яры и не малые островки сдирают, ломаясь притом и сами с великим шумом. Отставая от берегов, отрывают от гор и далече с собою вниз относят вмерзлые в них зимою камни...»

Смысл термина «землетрясение» Ломоносов понимает широко, относя сюда всякие передвижения участков земной коры. С гениальной проницательностью он говорит не только о землетрясениях в обычном смысле этого слова, но и о «нечувствительных и долговременных земной поверхности понижениях и повыщениях». Современная наука такие движения земной коры называет «эпейрогеническими» и придает им огромное значение в объяснении геологических явлений. С не менее удивительной проницательностью Ломоносов говорит, что «от землетрясения не может вовсе быть изъято ни единое место в подсолнечной», так как, действительно, современные чувствительные сейсмографы отмечают хотя бы весьма небольшие движения почвы в любом месте земного шара. Все случаи негоризонтального залегания осадочных пород, все трещины, разрывы и смещения в горных породах Ломоносов вполне правильно объясняет движениями участков земной коры, связанными с землетрясениями.

Наблюдения над горными породами в их естественных и искусственных обнажениях дают основания, по Ломоносову, судить о внутреннем строении земных недр. Но здесь он считает необходимым «принять в помощь высокие науки, а особливо Механику твердых и жидких тел...», «Металлургическую химию...» и вообще «Геометрию [т. е. математику], правительницу всех мысленных изысканий».

В этих словах опять раскрывается орлиный полет мысли Ломоносова: если геохимия, как наука, создана была только в текущем XX столетии, главным образом трудами также русских ученых, академиков В. И. Вернадского и А. Е. Ферсмана, то объяснение геологических явлений на принципах механики математическими методами в наше время еще является для науки чрезвычайно привлекательной, но недоступной задачей, разрешение которой принадлежит будущему.

Здесь же Ломоносов высказывает идеи глубочайшей принципиальной важности о постоянных переменах, которые, по его мнению, протекают на земном шаре и даже во вселенной. Эти идеи находились в полном противоречии с церковным учением, и поэтому он смело вступает в полемику со священным писанием, что, конечно, было делом совсем не обычным в той обстановке, в которой жил великий ученый.

«Твердо помнить должно, — говорит он, — что видимые телесные на земле вещи и весь мир не в таком состоянии были от создания, как ныне находим; но великие происходили в нем перемены...»

Он с насмешкой отзывается об «умниках», которым «легко быть философами, выучась наизусть три слова: Бог так сотворил; и сие дая в ответ вместо всех причин». Такие рассуждения Ломоносов считает «весьма вредными приращению всех наук, следовательно и натуральному знанию шара земного, а особливо искусству рудного дела».

Гениальный мыслитель понимал, что геологические процессы, протекающие по естественным законам природы, требуют огромных периодов времени, неизмеримо превышающих те несколько тысячелетий существования Земли, о которых сказано в священном писании. Поэтому Ломоносов, ломая религиозные предрассудки, оспаривает основательность библейского летоисчисления, приводя против него много доводов, в том числе и богословских.

Вечная изменчивость всего существующего в течение неисчислимых времен была основой мировоззрения Ломоносова. Говоря о признаках, доказывающих перемещения горных пород при геологических процессах, Ломоносов добавляет: «Такие перемены произошли на свете не за один раз, но случались в разные времена несчетным множеством раз и ныне происходят и едва ли когда перестанут...» Эти идеи проникают все содержание его научных трудов. Правда, здесь мы не находим хотя бы зачатков эволюционного учения о развитии в природе и в частности о развитии органического мира. Не забудем, однако, об исторической перспективе: знаменитая гипотеза Канта о развитии солнечной системы была опубликована только в 1755 г. и притом в первое время была почти неизвестна, а учение Дарвина появилось еще столетием позднее.

Одно из неоспоримых подтверждений великих перемен, происходящих в природе, Ломоносов усматривает в находках окаменелых остатков вымерших организмов. Он опровергает распространенное в то время мнение, что это какая-то «итра природы» — «своевольной природы легкомысленные затеи». Замечательно, что ошибочность этого мнения Ломоносов доказывает не только условиями нахождения окаменелостей, но и тем, что «химическими действиями» можно установить одинаковость состава раковин ископаемых и ныне живущих организмов. Сторонников нелепой теории «игры природы» Ломоносов презрительно относит к «писателям из черни учебного общества». Обстоятельно и подробно опровергает он и другое распространенное в то время мнение, что, якобы, морские организмы попали на возвышенности при «Ноевом потоке».

На основании находок ископаемых организмов Ломоносов рисует увлекательнейшие картины далекого прошлого. Здесь, по существу, он применяет метод воссоздания жизни земного шара в отдаленные геологические эпохи на основе изучения явлений современной природы. Великий естествоиспытатель и вдохновенный поэт здесь сливаются воедино. Так, Ломоносов приводит много убедительных доводов в пользу органического происхождения янтаря, вполне правильно утверждая, что это ископаемая смола когда-то существовавших растений. Но, — пишет дальше Ломоносов, — «кто таковых ясных доказательств не принимает, тот пусть послушает, что говорят включенные в янтарь червяки и другие гадины. — Пользуясь летнею теплотою и сиянием солнечным, гуляя мы по роскошествующим влажностям растениям, искали и собирали все, что служит к нашему пропитанию; услаждались между собою приятностью благовоспитанного времени и, последуя разным благовонным духам, ползали и летали по травам, листьям и деревьям, не опасаясь от них никакой напасти. И так сядили мы на истекшую из дерев жидкую смолу, которая нас, привязав к себе липкостью, пленила и, беспрестанно изливаясь, покрывала и заключила отсюда. Потом от землетрясения опустившееся в низ лесное наше место вылившимся

морем покрылось: деревья опроверглись, илом и песком покрылись, купно со смолою и с нами; где долгою времени минеральные соки в смолу проникали, дали большую твердость и словом в янтарь претворили, в котором мы получили пробники великолепнее нежели знатные и богатые на свете люди иметь могут. В рудные жилы припали мы не иначе и не в другое время, как находящееся с нами окаменелое и мозглое дерево».

Поразительно глубоко соображения Ломоносова о происхождении каменных горных пород. Здесь им по существу заложены основы учения о диагенезе и даже метаморфизме горных пород. Под диагенезом современная геология понимает все те химические и физические изменения, какие претерпевают рыхлые (например песчаные, глинистые, илестые) отложения, превращаясь в течение геологических времен в твердые горные породы. Под метаморфизмом разумеются еще более глубокие изменения строения горных пород под действием сильных давлений и высоких температур, в частности сопровождаемые их кристаллизацией. Ломоносов, между прочим, прямо указывает на «возможность сухого хрустала рождения», т. е. на возможность роста кристаллов в твердой горной породе.

* * *

Описывая геологические явления, минералы и горные породы, Ломоносов обращает исключительное внимание на полезные ископаемые, имея в виду их практическое использование. В этом отношении он является у нас основателем учения о месторождениях полезных ископаемых.

Ломоносов рассматривает эти месторождения как природные образования, возникшие по общим законам геологических явлений.

Вполне правильно определяя жилы как «великие в каменных горах щели, наполненные рудами и с ними находящимися жильными минералами», Ломоносов описывает рудные жилы детально, с пояснительными чертежами.

Много внимания уделено им залежам и происхождению торфа и угля, он говорит о нефти и горючих сланцах. Органическое происхождение этих полезных ископаемых для него несомненно. Очень интересно, что Ломоносов упоминает даже о сапропеле — «иле»: «дно вод стоячих главное есть его обитание, где служит в пищу и в убежище разным озерным животным».

В конце своей жизни Ломоносов приступил к осуществлению своего заветного замысла — к составлению обширного издания «Российской Минералогии». В декабре 1763 г. он опубликовал особое извещение об этом научном предприятии с просьбой к «содержателям разных заводов и рудных мест» прислать ему в Петербург образцы разных руд, минералов и горных пород. Он просит также прислать окаменелости («части животных и растущих тел, превратившихся в камень»), поясняя, что эти предметы «служат много к изъяснению минеральной истории и физической географии».

Таким образом, метод и значение палеонтологии — науки об организмах прошлых геологических эпох — гениальный Ломоносов представлял себе уже с полной ясностью.

Свое обращение о присылке ему образцов Ломоносов сопровождает подробной инструкцией о том, как эти образцы собирать, упаковывать и даже пересылать. «На бумажных обертках присылаемых минералов, — пишет он, — у каждого

куска ставить нумера явственно, а в реестрах, при том сообщенных, назначать места оных минералов обстоятельно по возможности, а особливо, колы глубоко в земли взяты».

Общую цель издания Ломоносов выражает следующими словами: он «намерен для общего знания и приращения рудных дел во всей Российской Империи сочинить описание руд и других минералов, находящихся во всех российских заводах; из чего б составить общую систему Минералогии Российской и показать по физическим и химическим основаниям в предводительстве правила и приметы рудным местам для прииску...»

Смерть помешала Ломоносову осуществить это важное научное дело.

Прошло почти двести лет, и только сейчас, в советское время, создались такие условия, что благородная мечта Ломоносова близка к полному осуществлению: Академия Наук СССР выпустила в 1940—1941 гг. в великолепном оформлении первые книги многотомных изданий «Минералы СССР» и «Минералогия Урала».

Глубокое изучение минералогии и геологии, знание свойств и происхождения минералов и горных пород для Ломоносова прежде всего необходимая научная база для поисков полезных ископаемых.

Энтузиазм патриота, страсть ученого, вдохновение поэта звучат в его словах:

«Пойдем ныне по своему Отечеству; станем осматривать положения мест и разделим к произведению руд способные от неспособных...» «Станем искать металлов, золота, серебра и прочих; станем добираться отменных камней, мраморов, аспидов и даже до изумрудов, яхонтов и алмазов. Дорога будет не скучна, в которой хотя и не везде сокровища нас встречать станут...»

Но наше отечество — преимущественно северная страна. Могут ли быть минеральные богатства в земных недрах Севера?

В какой мере неутешительные и превратные представления господствовали в этом отношении во времена Ломоносова, явствует из его слов: «Рассуждается вообще, что полуночные земли не могут быть так минералами богаты, как южные, ради слабого солнечного проникания в землю...»

Ломоносов решительно не согласен с такими псевдонаучными рассуждениями. «По многим доказательствам заключаю, — говорит он, — что и в северных земных недрах пространно и богато царствует натура».

И это блестящее, имеющее величайшее значение для нашей родины, предвидение Ломоносова полностью, как известно, оправдалось только в нашу эпоху.

Советские люди впервые за историю человечества осуществили и другую пророческую мысль Ломоносова — «о северном мореплавании на восток по Сибирскому океану...»

* * *

Как было упомянуто, Ломоносов написал первое на русском языке руководство по горному делу — под своеобразным наименованием «Об учреждении рудников» (это одна из частей его обширного сочинения «Первые основания металлургии»).

Техника горного дела того времени была сравнительно простой. Почти все работы по добыче полезных ископаемых выполнялись мускульным трудом. Тогда еще не существовало электрических и паровых машин, для приведения же в действие немногочисленных и несложных машин

пользовались только энергией падающей воды, в редких случаях — ветром. Из взрывчатых веществ употреблялись только порох, да и то в очень ограниченных количествах.

Ломоносов последовательно описывает ручные инструменты, употребляемые для горных работ, порядок расположения шахт и других подземных выработок и способы их крепления, поясняя описание рисунками. Он сообщает только основные, важнейшие сведения, полагая, что «для прочтчих малых обстоятельств при укреплении рудников случающихся, всяк может по состоянию места и твердости горы рассудив, сам средства выдумать и произвести в дело».

Для подъема руды из шахты употреблялись бабьи, теньковые канаты и ручные или конные ворота, а там, где это было возможно, — подъемная машина приводилась в движение водой. Ломоносов дает изображение такой машины: на валу, на который навивается подъемный канат, укреплено водоналивное колесо с двойным рядом лопаток, направленных в разные стороны. Воду пускают то на один, то на другой ряд, получая соответственно вращение вала попеременно, в разные стороны, чтобы иметь то спуск, то подъем бабьи.

Вентиляционные устройства для шахт были очень несовершенны, но благодаря малым масштабам и незначительной глубине рудников значение имело, выражаясь современным нам языком, естественное проветривание подземных выработок. Это побудило Ломоносова написать отдельное сочинение под названием «О вольном движении воздуха, в рудниках примеченном». Это произведение замечательно во многих отношениях.

Здесь впервые дана совершенно правильная теория естественного проветривания шахт, основанная на физических свойствах столбов воздуха разных температур. Мысли Ломоносова столь верны, последовательны и ясны, что он ведет изложение «математическим порядком» — так, как принято, например, писать учебники геометрии. Разработанная теория сейчас же прилагается к практике — к объяснению явлений обмена воздуха в шахтах. Мало того, Ломоносов, как истинный ученый, стремится к обобщениям — к переносу результатов исследования на другие области — на движение нагретых газов в печах и воздуха в пещерах.

В главе «О измерении рудников» Ломоносов впервые на русском языке дает основы особой науки о съемке планов шахт — «горной геометрии», и поэтому по справедливости должен быть признан первым русским горным геометром.

Добываемые в шахтах полезные ископаемые обыкновенно содержат много примесей, почему их приходится перед промышленным использованием предварительно очищать — «обогащать». Ломоносов дает описание соответствующих обогатительных процессов, известных в его время.

В современной промышленности обогащение полезных ископаемых ведется в грандиозных масштабах, а научно-техническая литература по обогатительному делу необъятна, но мы видим, что в нашей стране истоки этой литературы также уходят к великому Ломоносову.

Хочется отметить, что свою любовь к людям и светлый разум истинного гуманиста Ломоносов проявляет, излагая и столь, казалось бы, специальный технический вопрос, как обогащение полезных ископаемых: он рассказывает о виденных им «на рудниках Саксонии «малолетних ребят», которых заставляют заниматься тяжелой и вред-

ной работой по разбивке руд вручную. Ломоносов говорит, что, ведь, легко было бы устроить «толчейные мельницы» [т. е. дробильные машины] «для лучшего ускорения работы и для сбережения малолетних детей, которые в нежном своем возрасте тяжкою работою и ядовитою пылью здоровье траят и на всю жизнь себя увечат».

По Ломоносову, задача металлургии «поставлять чистые металлы или полуметаллы в дело годные».

Поэтому изложение «Первых оснований металлургии» начинается с описания свойств тех и других.

В эпоху Ломоносова металлов насчитывалось шесть: золото, серебро, медь, олово, железо и свинец. Сурьма, висмут, цинк, мышьяк и ртуть считались «полуметаллами».

Далее следует описание веществ, которые имеют то или иное значение для металлургии или «металлургической химии» — серы, квасцов, каменной соли и многих других. Вслед за самими металлами и «полуметаллами» описаны их руды.

Так как металлургия невозможна без производства анализов рудного сырья и всех металлургических продуктов, то Ломоносов излагает основы «пробирного искусства» — описывает пробирные печи, лабораторные инструменты и посуду. Но чтобы работать в химической лаборатории, необходимы реактивы, — и Ломоносов подробно рассказывает, как их можно готовить: «как крепкую водку [т. е. азотную кислоту] гнать; как оную чистить, как оную пробовать» и т. п.

Рассказывая «о выплавке металлов из руд в слиток», Ломоносов описывает устройство плавильных печей и производство плавки. Для успеха дела Ломоносов рекомендует экспериментальные исследовательские плавки: «Искусные плавильщики сперва сысканую руду разными образцы с разными материями чрез плавление пробуют; и который способ больше металла подаст без излишней траты, тот и употребляют».

«Железную руду плавят, — пишет Ломоносов, — в особливо великих печах, кои домнами называют». Правда, «великие» печи того времени имеют высоту «в три сажени и больше» [т. е. около 7 м только] и были сущими карликами по сравнению с современными нам гигантскими домнами. Ломоносов описывает и конструкцию домновой печи и процессы выплавки чугуна. Плавка производилась, конечно, не на коксе, а на древесном угле. Ломоносову было известно и шихтование руды: «если руды разных сортов будут, то должно их так между собою мешать, чтобы доброе железо выходило...»

Михаил Васильевич Ломоносов был не только гениальным ученым. Его воодушевляли великие идеи о службе науки народу и государству. Он был пламеннейшим русским патриотом.

Свои научные труды он публикует для блага государства. В посвящении царю «Первых оснований металлургии» он пишет, что для «благоустроенных обществ» уже недостаточны занятия земледелием, животноводством и охотой, что «военное дело, купечество [т. е. торговля], мореплавание и другие государственные нужные учреждения неотменно требуют металлов», которые, однако, до «трудов Петровых» [т. е. до деятельности Петра Великого] «почти все получаемы были от окрестных народов, так что и военное оружие иногда у самих неприятелей нужда за-

ставляла перекупать через другие руки дорогою ценою».

Эти обстоятельства побуждают Ломоносова «издать в свет» «краткое сие наставление о рудных делах», чтобы соотечественники его «вникнули разумом и рачением в земные недра, к большому приращению государственной пользы...»

Научные идеи и патриотические стремления Ломоносова намного опередили свой век. Его замыслы долгие годы не только не осуществлялись, но были даже неизвестны, не поняты или забыты.

Но сейчас мысли великого русского гения нам дороги и понятны. Наука ведь стала основой нашей новой культуры. Наука стала у нас все-народной. Наука у нас на службе Родине.

Советская власть открыла ученым великие возможности, вдохновила их деятельность общим смыслом и содержанием, направила их силы на всестороннее, небывалое по глубине и размаху, изучение великих богатств и производительных сил нашей родины.

РАЗВИТИЕ ТРАНСПОРТНОЙ НАУКИ В СССР

Академик

В. Н. ОБРАЗЦОВ

К 220-летию Академии Наук СССР приходит с огромными научными достижениями. Наука о транспорте находится в особых условиях. В первые годы существования Академии слово «транспорт» не встречалось в перечне основных наук, только в новейших классификациях наук транспорт занял свое место в разделе «технические науки».

Однако по вполне понятным причинам Академия Наук до советского периода не могла не заниматься отдельными вопросами транспорта. Можно отметить ряд фактов и работ отдельных академиков и членов-корреспондентов, имеющих большое значение для транспорта.

Гений русской науки М. В. Ломоносов впервые поставил вопрос о возможности Северного морского пути; ряд экспедиций Академии Наук (XVIII и XIX вв.) в Сибирь и на север дали основания для создания водного транспорта Сибири.

В расчетах движения воды в реках и через искусственные сооружения мы используем формулы академика Даниила Бернулли, формулу продольного изгиба академика Эйлера, имевшую громадное значение для расчета стоек в мостах, известные формулы гидравлики для расчета каналов и труб члена-корреспондента Академии Наук П. П. Базена. Ряд крупнейших деятелей железнодорожного дела в том или ином виде принимал участие в работе Академии Наук. Среди них известный русский мостостроитель Журавский, получивший премию Академии Наук,

Эта гигантская и благородная деятельность уже принесла свои плоды: наша страна оказалась в состоянии отразить и окончательно разгромить темные силы фашистских поработителей и убийц, возмнивших себя способными покорить мир.

Но когда думаешь о великих успехах и победах нашего народа, правительства и большевистской партии, о тех глубочайших государственных и культурных преобразованиях, которыми была подготовлена победа, то всякий раз как бы невольно вспоминаешь гениального Михаила Васильевича Ломоносова, и по-новому, еще ярче звучат слова В. Г. Белинского:

«На берегах Ледовитого моря, подобно северному сиянию, блеснул Ломоносов. Ослепительно и прекрасно было это явление. Оно доказало собою, что человек есть человек во всяком состоянии и во всяком климате, что гений умеет торжествовать над всеми препятствиями, какие ни противопоставляет ему враждебная судьба, что, наконец, русский способен ко всему великому и прекрасному».

члены-корреспонденты Академии Наук: один из крупнейших железнодорожных строителей первого периода Кербедз, известный железнодорожный экономист Чупров, почетные члены Академии Наук министр путей сообщения Паукер, давший первые формулы расчета заложения кессонов мостов, один из лучших теоретиков железнодорожного дела Н. П. Петров и др.

Независимо от Академии Наук транспортная наука изучалась в старой России в высших учебных заведениях по транспорту: в Петербургском институте инженеров путей сообщения (основанном в 1809 г.), где среди профессоров были ученые с мировой известностью, как Герсеванов, Белелюбский, Ясинский, Проскуряков, Зброжек, Нюберг, Николаи, Тимонов; в Московском инженерно-строительном училище, основанном в 1896 г. и преобразованном в 1912 г. в Московский институт инженеров транспорта.

Большую роль в развитии научных трудов по транспорту сыграли ежегодные железнодорожные съезды — общие и по отдельным отраслям железнодорожного дела, издававшие свои ежегодные отчеты. По примеру этих съездов были организованы совещания Американской ассоциации инженеров. Нельзя не отметить значение периодической печати, в значительной мере влиявшей на развитие научной деятельности в области транспорта. В первую очередь надо указать на некоторые железнодорожные журналы — «Вестник инженеров путей сообщения», «Журнал министерства путей сообщения», «Инженер» и, на-

нец, на молодой журнал «Инженерное дело», основанный Передерием (ныне академиком) и выходивший с 1899 по 1905 г.

Транспортная наука развивалась не только в железнодорожных высших учебных заведениях. В Ленинградском политехническом институте (проф. Передерий), в Ленинградском кораблестроительном институте (акад. Крылов), в Киевском политехническом институте (проф. Патон), наконец в Московском высшем техническом училище (по кафедре паровозов) шла большая работа по созданию научных основ транспорта.

Однако вся эта научная деятельность не имела объединяющего или направляющего научного центра.

Настоящее и широкое развитие транспортной науки началось лишь в советский период. Этому особенно способствовали выявившиеся в период первой мировой войны громадные недостатки транспорта, царской России, как в военном, так и в народнохозяйственном отношении.

Развернутое по инициативе Ленина и Сталина усиленное строительство всех видов путей сообщения потребовало серьезной подготовки новых кадров строительства и широкого развития научной работы.

На долю СССР выпала огромная работа по перестройке и реконструкции существовавших ранее и по созданию новых видов транспорта.

Трудно отделить здесь научную деятельность от практической, так как несомненно сама реконструкция немыслима без участия в ней крупных научно-технических сил.

Созданы исключительные условия для роста инженерных и научных транспортных кадров. Прежде всего организованы десятки новых высших и средних транспортных учебных заведений.

Основан ряд военно-учебных заведений по транспорту.

Научно-исследовательских институтов по транспорту в царской России не было, все они созданы в советский период.

К 1940 г. были организованы следующие научно-исследовательские институты: Дорожный научно-исследовательский институт (ДОРНИИ), Научный автотракторный институт (НАТИ), Центральный научно-исследовательский институт автомобильного транспорта (ЦНИИАТ), Центральный научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта (ЦНИИЖТ), Центральный научно-исследовательский институт речного транспорта, Центральный научно-исследовательский институт морского транспорта, Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), Центральный институт авиамоторостроения (ЦИАМ).

Помимо этого организованы научно-исследовательские секторы при всех вузах, а также Секция научных проблем транспорта при Академии Наук СССР (1939) и некоторых филиалах Академии.

Среди научно-исследовательских институтов выделяются Научно-исследовательский институт железнодорожного транспорта, созданный в 1935 г. путем слияния ряда мелких институтов, и Центральный аэрогидродинамический институт (ЦАГИ), всемирно известный своими глубокими исследованиями и участием в создании нашей авиации.

Начиная с 1939 г. транспорт имеет своих представителей в Академии Наук; сначала 2 академика и 3 члена-корреспондента, а с 1943 г. — 4 академика и 4 члена-корреспондента. Энергичный рост научных кадров мог быть осуществлен бла-

годаря заботам и вниманию нашего великого Сталина. Один из примеров такого подъема дает история развития нашего железнодорожного транспорта. Начиная с 1935 г., когда во главе его стал Л. М. Катанович, резко усиливается мощность паровозов, расширяется парк тяжелых вагонов, начата реконструкция пути, введены автосцепка и автотормоза, построена впервые значительная сеть электрифицированных дорог, свыше 30 механизированных сортировочных станций, устроена электрифицированная централизация ряда станций и т. д. Особенное развитие получила наука об эксплуатации, о планировании работы станций, узлов, оборота вагонов. За советский период мы получили ряд крупных научных работ: академика Образцова — работы по станциям, узлам, планированию городского транспорта; академиков Передерия и Патона — по строительству мостов; академика Сыромятникова — по теории паровозов, членов-корреспондентов А. И. Веденисова — путь и полотно, Горюнова — изыскания и постройка, Стрелецкого — металлургические мосты.

Большие научные работы проведены по электрификации железных дорог, начиная с создателей ГОЭЛРО — академиков Кржижановского и Александрова и кончая Курбатовым, Лебедевым, Шенфером и др.

Серьезная научная работа проделана в области эксплуатации железных дорог. Наибольшая роль в постановке проблем, в формулировании тем, в наблюдении за правильным разрешением вопросов принадлежит здесь Л. М. Катановичу. Необходимо отметить работы по теории проектирования станций и узлов (Образцов, Никитин, Бузанов, Земблинов), по эксплуатации (Сокович, И. И. Васильев и др.), по экономике транспорта (Михальцев, Ледовской, Вольфсон, Хачатуров), по автомобильному и автодорожному делу (академик Чудаков, доктора Дубеллир, Крынин, Н. Н. Иванов и др.).

По промышленному транспорту проведены большие работы — создание схем, планов, конструкций и специальных типов дорог. Большие работы проведены также: по однорельсовым дорогам (Берланд, Тихоцкий), по снежным и снежно-колейным дорогам (Крживицкий, Ветчинкин, Кишинский и др.), по подвесно-канатным дорогам, по планировке заводского транспорта и т. п., по единому технологическому процессу.

По городскому транспорту и планировке городов проведены значительные работы, связанные с планировкой целых районов Крыма, Черноморского побережья Кавказа, Кавказских минеральных вод и строительства городов (Москва, Ленинград, Одесса, Сталинград, Горький, Свердловск). Здесь работают академики архитектуры Веснин, Семенов, Гинзбург, Щусев, архитектор Иваницкий, доктор Писарев, академик Образцов (ряд статей по увязке городского и железнодорожного транспорта) и т. д.

Особенно большая техническая и научная работа проведена по автомобильному делу. Разработана теория автомобиля, заново создана мощная автомобильная и автотракторная промышленность. Ведущую роль в достижении успехов в этой области сыграли академик Чудаков, доктора Бриалинг, Сороко-Новицкий, Гиттис и др. Возникает и развивается наука об эксплуатации автотранспорта.

Большие научные работы были проведены по водному транспорту. За 25-летний период СССР заново создал Черноморский, Балтийский, Северный и Дальневосточный флоты, построил ряд та-

ких гидротехнических сооружений, как Беломорско-Балтийский канал, Волховская станция, Днепрострой, Волгострой, канал Москва — Волга, позволивших резко поднять движение на этих участках рек, построил большой теплоходный гражданский флот на Черном море и на Волге. Все это было связано с усиленной научной работой. В качестве одного из примеров можно привести Днепрострой, где было составлено несколько научных трактатов по отдельным разделам строительства (академик Александров). Среди научных имен водного строительства и кораблестроения мы имеем такие крупные имена, как академики Крылов, Поздний, члены-корреспонденты Звонков, Шиманский, доктора Ляхницкий, Близняк и др.

Заслуживает особого внимания грандиозное развитие науки об авиации. Большинство работ не подлежит пока опубликованию, но мы знаем здесь такие имена, как Циолковский — пионер ракетного двигателя и жесткого дирижабля; как Жуковский, Чаплыгин, Рыбин — создатели авиационной теории; как академики Юрьев, Микулин, члены-корреспонденты Туполев, Яковлев, Ильюшин — конструкторы целого ряда самолетов.

Великая отечественная война не сократила научной работы, а наоборот, расширила, направив ее одновременно на помощь Красной Армии и на помощь восстановлению страны. Отметим работы по восстановлению и скоростному строительству дорог для фронта, по новейшим конструкциям применяемых при восстановлении железных дорог мостовых ферм, по применению местных материалов и т. п. Очень много новых приемов и методов эксплуатации по усилению пропускной способности, ускорению оборота вагонов, лучшему использованию паровозов, развитию единого технологического процесса по железнодорожному транспорту, было создано за последние три года войны. Предложения стахановцев Лунина, Папавина (по паровозам), Белякова, Козлова, Осипова (по движению) и др. — подверглись научному изучению и проверке и превратились в научно обоснованные методы в трудах Передерия, Сыромятникова, Горинова, Вахнина (по централизации, сигнализации и блокировке); в трудах Бабичкова, Образцова, в целом ряде предложений по восстановлению железных дорог, по организации прифронтового транспорта, местных Дорожно-транспортных и т. д.

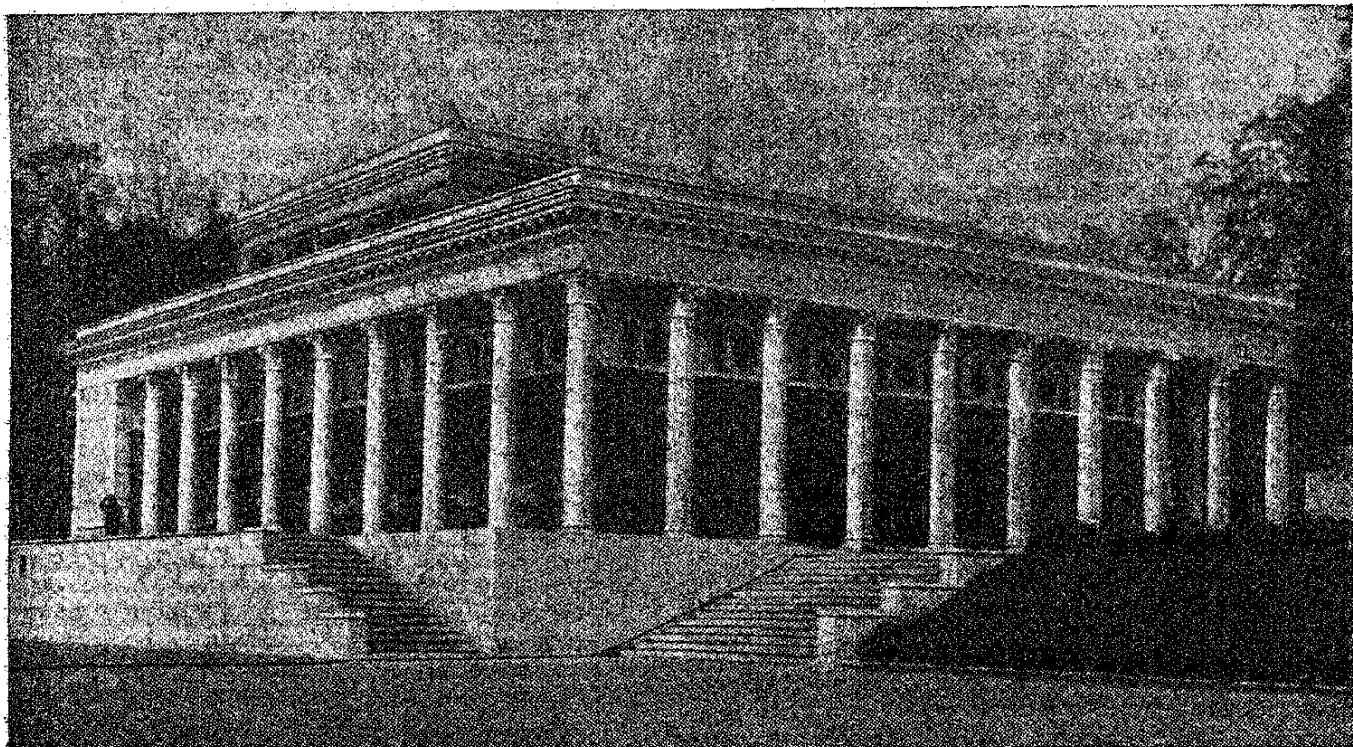
Среди лауреатов Сталинской премии за 1941 и 1942 гг. имеется 17 лауреатов только по железно-

дорожному транспорту, в том числе академики Передерий, Патон, Сыромятников, Образцов, член-корреспондент Веденисов. Большое число лауреатов имеется в области авиации. Вся эта огромная работа по вопросам транспорта проведена по первоначальным указаниям В. И. Ленина и под постоянным руководством И. В. Сталина.

В настоящее время, в условиях победоносного завершения войны с Германией и в связи с потребностями послевоенного строительства хозяйства страны перед нами стоит еще большая задача дальнейшего развития транспорта на новой высшей технической основе. Война показала все огромное значение транспорта для народного хозяйства страны и в особенности для ее обороны. Уже на XVIII съезде партии мы имели указания товарища Сталина по дальнейшему развитию страны и подъему ее производительности до уровня наиболее развитых капиталистических стран. Эта задача требует особо мощного развития всей сети, одновременного усиления транспортных средств и реконструкции всего транспорта с учетом всех достижений. Это потребует одновременно и развития транспортной промышленности особенно по механизации строительства, и, конечно, огромного напряжения научной мысли. Отдельные виды транспорта влияют друг на друга как экономически, меняя распределение грузовых потоков и взаимно помогая друг другу в рациональном использовании соответственного вида транспорта, так и технически — в пунктах передачи грузов с одного вида транспорта на другой, в смешанных перевозках, в применении контейнеров, треллеров, роллбоксов. Поэтому все более и более укрепляется идея о единстве транспорта, о комплексном изучении и применении всех его видов, о единой теории транспорта.

Объединяющим центром такого комплексного изучения становится секция научных проблем транспорта при Отделении технических наук Академии Наук СССР; имея целью комплексное изучение технических и технико-экономических проблем транспорта, она может, однако, провести успешно эту работу только опираясь на все ведомственные транспортные научно-исследовательские институты и соответственные секторы вузов и филиалов Академии Наук.

Нет сомнения, что дружная работа всех транспортных институтов поднимет транспорт на новую высшую техническую ступень, столь необходимую для народного хозяйства нашей Родины.



МОСКОВСКИЙ МЕТРОПОЛИТЕН

Главный инженер и начальник Технического
отдела московского Метропроекта, доцент

В. Л. МАКОВСКИЙ

В мае 1945 г. исполнилось 10 лет со дня пуска в эксплуатацию первой линии Московского метрополитена имени Л. М. Кагановича. В настоящее время уже находится в эксплуатации 40 км линии. В системе городского транспорта метрополитен занимает первое место, обслуживая до 50% всех городских пассажиров Москвы (метро Парижа перевозит до 40%, Берлина — 15%, а Лондона — 11% пассажиров).

Метрополитен Москвы внес коренное изменение в общую схему пассажирских перевозок столицы и настолько вошел в быт, что каждый москвич ощущает в нем насущную необходимость и чувствует особую любовь к подземным дворцам. «Каждый из этих дворцов светит одним огнем — огнем идущего вперед, побеждающего социализма» (Л. М. Каганович).

Перспективы дальнейшего развития метрополитена столицы огромны. Реконструкция Москвы по величественному сталинскому плану предполагает создание ряда новых линий метрополитена, причем каждая из новых очередей строительства требует миллиардных капиталовложений.

К строительству и оборудованию новых линий метрополитена привлекаются сотни заводов Союза; фактически в этой поистине грандиозной стройке принимает участие вся страна.

В 1944 г. были развернуты работы по созданию кольцевой линии, с сооружением которой сеть Московского метрополитена будет состоять из трех диаметров и большого кольца, общим протяжением 59,6 км.

Московский метрополитен им. Л. М. Кагановича представляет собой многогранный комплекс инженерных сооружений и специальных устройств, для осуществления которых должны быть решены вопросы тоннелестроительного дела, архитектуры, энергоснабжения, электромеханических установок и специальной железнодорожной эксплуатации.

Наш метрополитен отличается обширными подземными станциями-дворцами, совершенно новой конструкции и архитектуры, не имеющих равных за границей.

По инициативе товарища Сталина Июньский пленум ЦК ВКП(б) в 1931 г. вынес решение о по-

стройке в Москве первого в Союзе метрополитена. В работах первой очереди строительства (1934 г.) было занято до 70 000 рабочих и до 5 000 инженеров. В изготовлении сложного оборудования метрополитена участвовало до 520 заводов Советского Союза. При этом следует отметить, что даже ли-

ния метрополитена первой очереди, в сложных геологических и гидрогеологических условиях, была построена под руководством Лазаря Моисеевича Кагановича темпами, невиданными в истории тоннельной техники, — в течение 2½ лет. Только в 1934 г., когда были развернуты работы по всему фронту, выполнено 84,7% из общего объема 2,5 млн. м³ грунта и 91,1% из общего объема 800 тыс. м³ бетона, в то время как обычно за границей такой объем тоннельных работ осваивается в течение 4—5-летнего периода.

Впервые в истории тоннельной техники на большой глубине, под 20-м толщей залостых плавунов, созданы трехсводчатые станции шириной выработки до 34 м, высотой до 13 м и длиной до 160 м.

Наличие тяжелых геотехнических условий в Москве чрезвычайно осложнило задачу проектирования тоннельных сооружений, которые должны удовлетворять условиям долговечности, прочности и сухости.

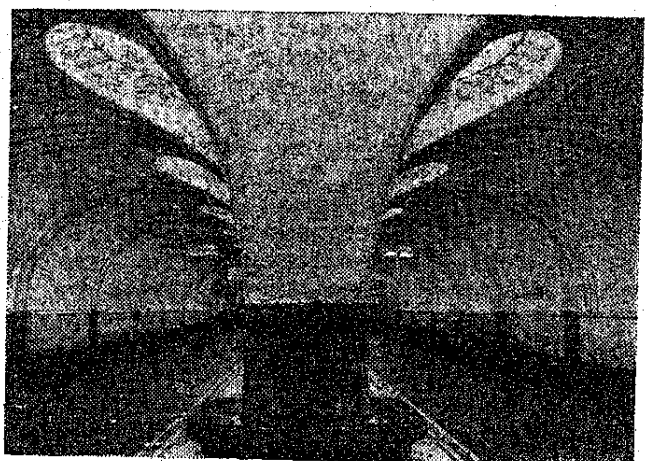
При сооружении станции метрополитена первой очереди инженеры имели в своем распоряжении в качестве основных строительных материалов бетон и железобетон, из которых созданы трехсводчатые станции глубокого заложения «Красные ворота», «Кировские ворота», «Дзержинская» и «Охотный ряд». Из каменной кладки сооружена односводчатая станция пролетом 17 м — «Библиотека Ленина».

Для защиты тоннелей от проникновения воды и сырости применялись специальная оклеечная битуминозная прокладка и защитная железобетонная рубашка, рассчитанная на гидростатическое давление¹. В результате применения этой специальной изоляции тоннели Московского метрополитена, находящиеся под большим внешним гидростатическим напором, полностью защищены от проникновения воды и сырости.

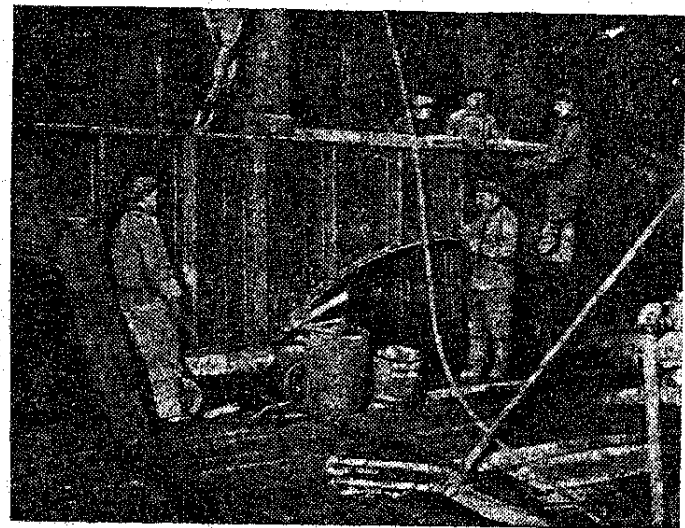
Помимо подземных станций в комплекс тоннельных сооружений входят: перегонные однопутные, двухпутные и многопутные тоннели, трубы, переходные камеры, подводные тоннели; вентиляционные и санитарно-технические тоннели и камеры; тоннельные устройства, связанные с электротехническим оборудованием, в виде понижительных подстанций, контакторных постов и форкамер. В тоннелях метрополитена укладываются рельсовые пути, третий рельс, и производится прокладка кабелей высокого и низкого напряжений. Все эти разнообразные по своим сечениям тоннельные сооружения потребовали для своего создания применения комбинированных и специальных методов работ.

Предпринятые в широком масштабе тоннельные работы на Метрострое, в чрезвычайно тяжелых природных условиях, вызвали к жизни ряд совершенно новых приемов тоннелирования, являющихся ценным вкладом в мировую тоннельную технику.

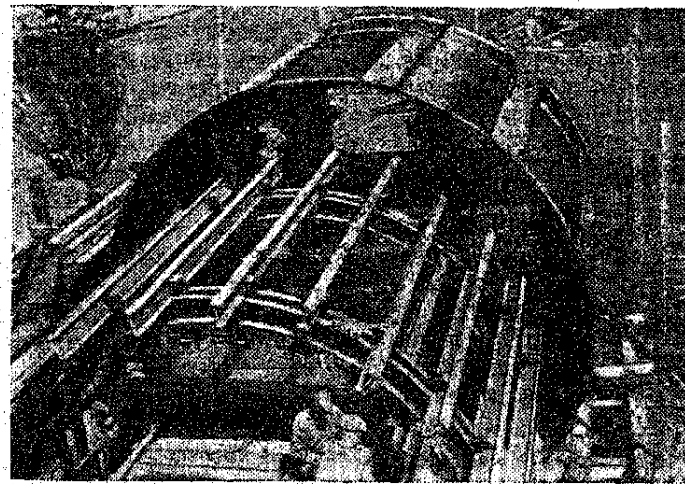
Сооружение тоннелей является одной из сложнейших областей горно-строительного дела. При проходке тоннелей приходится вести борьбу с горным давлением в зависимости от характеристики геологических напластований и от физико-механических свойств залегающих пород. Приходится вести борьбу с большим напором подземных вод, прорывающихся иногда внезапно и грозящих затопить тоннельные выработки. Трудности тоннельных работ осложняются к тому же наличием разнообразной сети сооружений подземного



Станция «Сокол»



Монтаж элементов металлических конструкций в тоннеле



Монтаж щита и эректора

¹ Гидростатическое давление — давление, действующее в покоящейся жидкости.

хозяйства, как то: канализация, водопровод, газ, телефон, сигнализация, электрокабели и т. д., наличие домов и искусственных сооружений, под которыми прокладывается трасса тоннеля. Приходится считаться с проезжей частью улиц и с самым уличным движением. Выпуск грунта в забое сказывается в виде осадок на поверхности, причем неизбежно разрушение элементов сети подземного хозяйства, что может лишить жителей города данного района воды, света, канализации и т. д., могут иметь место деформации, трещины, а иногда разрушение домов, провалы проезжей части мостовой и т. п.

Приведенные, далеко не исчерпывающие сущность вопроса, данные свидетельствуют, насколько осложнены задачи тоннельного строительства в городе и особенно в Москве. Тоннели метрополитенов Лондона, Парижа и Берлина создавались главным образом в однородных пластах глин, мергелей и песков, где представлялась возможность, установив определенную систему работ, вести ее без изменения. В Москве разнообразие и пестрота геологических напластований создают для прокладки тоннелей менее благоприятный и более сложный режим.

Тоннельные сооружения Московского метрополитена построены в разнородных напластованиях слабых, неустойчивых пород плавунного характера, в юрских отложениях, размытых подземными староречьями, в карбонных глинах и известняках, потребовавших для своего создания совершенно новой для инженеров Советского Союза техники метростроения.

При сооружении тоннелей Московского метрополитена первой очереди нашли применение наиболее современные методы проходки, усовершенствованные советскими инженерами. В широком масштабе применялись горные методы временного деревянного крепления при бетонной обделке. Для преодоления мощных плавунгов применяли горизонтальную проходку под сжатым воздухом, кессоны, тоннели, искусственное замораживание грунтов. Для укрепления слабых грунтов при проходке вблизи многоэтажных домов применялась силикатизация — химическое укрепление грунтов. На первой очереди строительства метрополитена в Москве советские инженеры под руководством тов. А. М. Катановича овладели приемами мировой тоннельной техники, освоили и с успехом преодолели впервые встретившиеся природные трудности.

Вторая очередь строительства Московского метрополитена отличается дальнейшим прогрессом техники советского метростроения. Стали применять новые конструкции тоннелей и станций метрополитена из чугуна, материала совершенно водонепроницаемого. Однако потребовалось изыскать материалы и методы для гидроизоляции швов и стыков между отдельными чугунными элементами — тюбингами. Преимущества конструкции чугунных тюбов перед бетонной конструкцией, применявшейся на первой очереди строительства, заключается в том, что качество работ значительно повышается, обеспечивается полная водонепроницаемость тоннеля и металлическая обделка сразу в состоянии воспринять горное давление.

При создании станций глубокого заложения на второй очереди строительства, помимо удовлетворения основным требованиям прочности и устойчивости конструкции и эксплуатации, приходилось особо считаться с архитектурой данной станции. Тоннели станций заложены преимущественно в коренных устойчивых породах: изве-

стняках, карбонных и юрских глинах, под пластами 20-м толщи, на большой глубине от поверхности.

Станции оборудованы преимущественно одномаршевыми эскалаторами (подвижными лестницами), идущими непосредственно от поверхности до платформы станции. В отличие от больших эскалаторов на первой очереди, имеющих скорость от 0,6 до 0,75 м/сек, эскалаторы второй очереди обладают скоростью до 0,9 м/сек, что значительно ускоряет подъем и спуск пассажиров метро.

Станции глубокого заложения второй очереди сооружены двух типов. Первый тип — трехсводчатый, при котором имеются два крайних станционных тоннеля, объединяемых через ряд приемов со средним вестибюльным залом. Второй тип является совершенно новым достижением советской тоннельной техники. Примениением особой конструкции металлических колонн, арок и прогонов удалось для глубокой станции достигнуть полного раскрытия перспективы тоннельной станции. При этом крайние тоннели и средний зал сливаются в одно общее архитектурное целое.

На второй очереди строительства применен преимущественно первый тип станции, состоящей из трех параллельных тоннелей с обделкой из чугунных тюбингов. Боковые станционные тоннели предназначены для пропуска поездов и посадочных платформ; средняя часть станции образует распределительный подземный зал, к которому примыкают эскалаторные тоннели. Поперечное сечение каждого тоннеля 9,5 м. По первому типу сооружены станции: «Площадь Революции», «Курская», «Площадь Свердлова», «Белорусская» и «Динамо». Тоннели для эскалаторов станции, пересекающие плавунные породы под углом 30° к горизонту, имеют конструкцию из чугунных тюбингов с внутренним диаметром 7,9 м.

Вторым типом станции является, сооруженная также из чугунных тюбингов, но при металлической конструкции балок и колонн, станция «Маяковская». Общая ширина станционной платформы — 14,3 м, а длина ее — 156 м. Станция «Маяковская» выделяется по своей конструкции среди других станций второй очереди и является выдающимся достижением советской инженерной мысли.

Сооружение тоннелей второй очереди осуществлялось механизированным щитовым способом работ, усовершенствованным нашими инженерами.

При ведении щитовых работ в коренных устойчивых породах, для сооружения перегонного тюбингового тоннеля применялся щит с открытой грудью диаметром 6 м, разделенный вертикальными и горизонтальными диафрагмами¹ на независимые рабочие ячейки, из которых производилась под защитой козырька-аванбека² разработка грунта в забое.

Эректор для монтажа тюбингов размещен на специальной подвижной платформе. Эректор имеет возможность вращаться на 360° и по ходу поступательного движения передвигается в радиальном направлении. Это позволяет брать эректором тюбинг, поднимать его и устанавливать на

¹ Диафрагма — жесткий диск из металла, применяемый для распределения усилий между элементами сооружений.

² Специальное механическое приспособление «аванбек» — часть проходческого щита, служащая защитой для работающих и используемая частично для срезания породы.

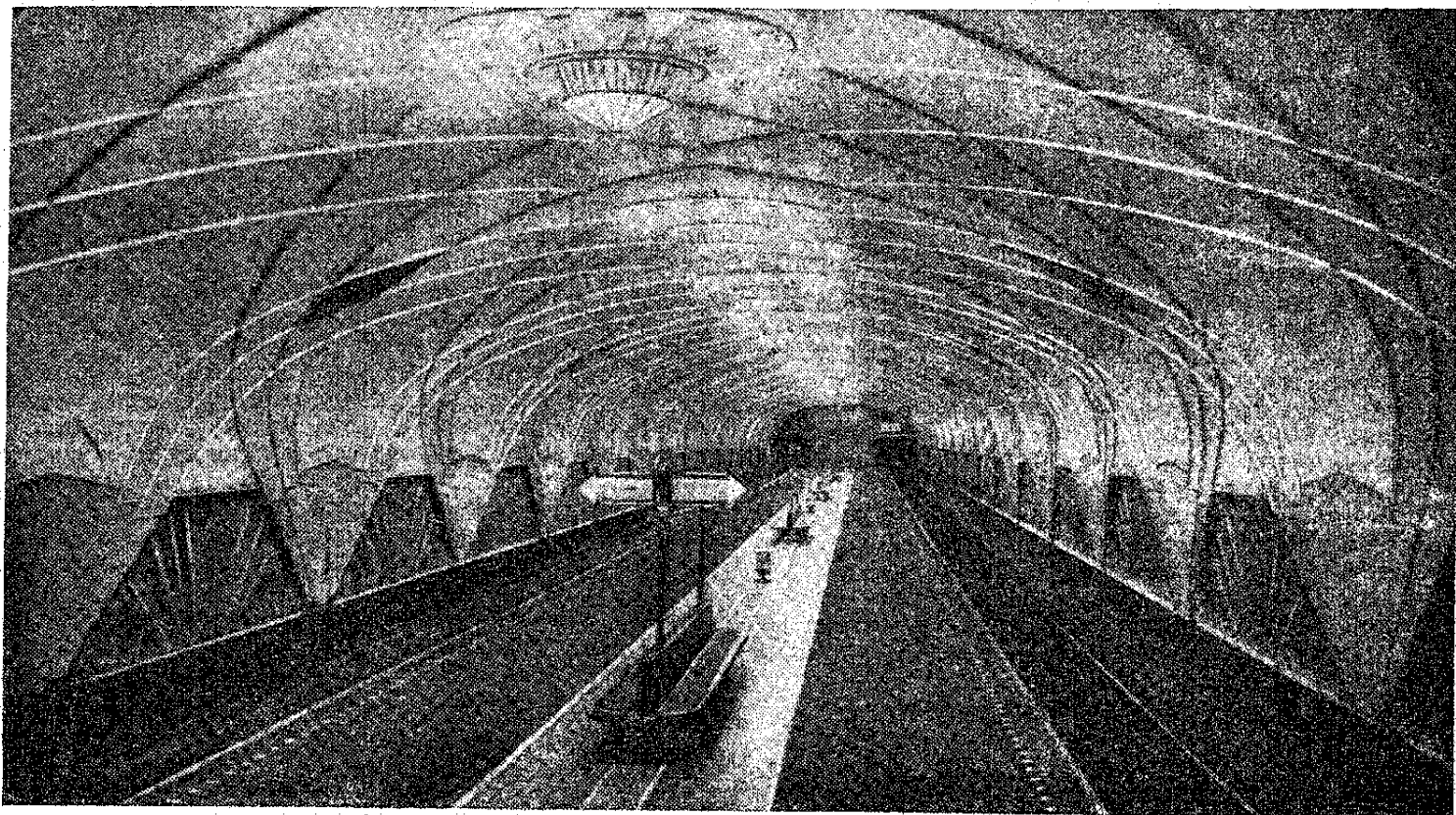
требуемое место для монтажа конструкции обделки тоннеля.

Разработка грунта в забое щита в юрских и карбонных глинах и известняках незначительной крепости велась в основном пневматическими лопатами и отбойными инструментами.

При работе щитом в коренных устойчивых породах работы велись с водоотливом. Дебит подземных вод доходил на некоторых шахтах до 300—350 м³ в час. При пересечении щитами слабых, неустойчивых пород приходилось прибегать к специальным искусственным мероприятиям в виде сжатого воздуха.

расходе лесных материалов и рабочей силы. Применением станционных щитов, диаметром до 9,6 м, удалось построить трехсводчатую станцию на полный профиль, при обделке из чугунных тюбингов. Станционными щитами созданы станции: «Курский вокзал», «Площадь Революции», «Площадь Свердлова», «Белорусская» и «Динамо».

При наличии в средней части станции незначительной кровли, которая может быть прорвана вышележащей толщей плавунов, в процессе раскрытия станционного профиля предусматривались специальные технические мероприятия в виде замораживания, сжатого воздуха и т. д.



Станция «Аэропорт»

Исключительно сложной представлялась проходка перегонных тоннелей в плавуных грунтах. Для освоения некоторых плавуных участков опускались два грандиозных железобетонных кессона тоннеля, размерами в плане 30 × 9 м, вместе с собранными в них четырьмя щитами и эректорами.

Вес каждого кессона с двумя щитами 3 000 т. Подобный прием опускания шахт вместе с щитами введен в тоннельную практику впервые советскими инженерами. Четыре щита были выпущены из кессонов и работали под сжатым воздухом в плавунах при мощности компрессорных установок до 800 м³ в минуту. При этом требовалось особое умение, искусство и тщательность при ведении щитов в неустойчивой среде по требуемой проектной трассе. Следует указать на поучительный опыт Танинского тоннеля в Японии, где вследствие неправильного ведения щита последний был затянут плавунами и затонул.

Особенно большой технико-производственный эффект дал щитовой метод проходки при сооружении крупных профилей станции метрополитена. При размерах поперечного профиля 32 × 12 м, станции на первой очереди, как указывалось выше, создавались горным способом, при огромном

В тяжелых условиях военного времени Метрострой провел большую работу по сооружению линий третьей очереди — Замоскворецкого и Покровского радиусов Московского метрополитена. Густо населенные промышленные районы столицы Замоскворечье и Измайлово связаны теперь с центром города наиболее совершенным и удобным видом транспорта. На линии Замоскворецкого радиуса созданы новые подземные станции: «Новокузнецкая», «Павелецкая» и «Завод им. Сталина». На линии Покровского радиуса созданы станции «Бауманская», «Электроводская», «Сталинская» и «Измайловская».

В процессе строительства тоннелей обнаружилось горное давление пород и обильный приток подземных вод. Были применены специальные методы работ и наиболее совершенная механизированная щитовая проходка тоннелей при обделке конструкции из чугунных тюбингов. Погрузка пород в забое была механизирована применением погрузочных машин.

Внутритоннельный транспорт был механизирован применением электровозов. При пересечении подземных разрывов и староречий, заполненных плавунами, при большом напоре воды, применялась щитовая проходка под сжатым воз-

духом. Применялось также и замораживание грунтов при проходке наклонных эскалаторных тоннелей.

На ряде участков трассы была применена комплексная механизация производства, давшая возможность получать ежедневно, вслед за продвижением забоя, монтажом тубингов, сбалансированием, расчеканкой и натнетанием, — готовый тоннель.

Грандиозный объем земляных работ проведен Метростроем применением метода гидромеханизации при производстве открытых работ. При этом были широко механизированы бетонные работы с помощью бетононасосов, подвижных металлических опалубок, вибраторов.

Для обеспечения сухости станций впервые на третьей очереди были созданы новые водозащитные конструкции — «зонты» из асбоцемента, обеспечивающие сухость станций Замоскворецкого и Покровского радиусов метрополитена.

Особо следует отметить выдающиеся сооружения по трассе Замоскворецкого радиуса в виде подводных тоннелей под Москва-рекой.

При тяжелых геологических условиях и значительном притоке подземных вод, строителям удалось осуществить проходку без применения сжатого воздуха, без которого обычно не представляется возможным вести подводное тоннелирование. Применяя новые методы работ, метростроевцы четыре раза пересекли Москва-реку подводными тоннелями.

Из станций, построенных на третьей очереди, следует отметить станцию «Сталинскую», богатую по своему инженерному замыслу. Вместо применяемых на станциях глубокого заложения громоздких пилонов создана конструкция в виде двух колоннад, образующая единый зал станции, что открыло большие возможности для архитектурного оформления.

Расположенная в конце Покровского радиуса станция «Измайловская» в отличие от других станций имеет две платформы по 9,5 м с тремя путями метро. Этот тип станции, новый на Московском метрополитене, значительно повышает пропускную способность станции и рассчитан на большие потоки пассажиров, привлекаемые районом Измайлово. Станция «Измайловская» третьей очереди является одним из замечательных сооружений Московского метрополитена.

Для архитектурного оформления новых станций Замоскворецкого и Покровского радиусов архитекторы приняли богатейшую тематику Великой отечественной войны, единства тыла и фронта. Тематика отделки ряда станций посвящена героике и славе бойцов и оружия нашей страны, партизанскому движению и т. д.

Для облицовки станций применен преимущественно мрамор различных месторождений и гранит.

Большое участие в архитектурном оформлении станций принимали художники и скульпторы.

Особо следует отметить оформление станции «Измайловская», посвященное партизанскому движению. Чрезвычайно эффектным является архитектурно-конструктивный прием объединения входного вестибюля через открытую грандиозную лестницу непосредственно с подземным залом двухплатформенной станции.

Как уже указывалось выше, Метрострой широко развернул работы на трассе кольцевой линии Московского метрополитена. Последняя, проходя по районам города с плотной застройкой, пересекает крупнейшие городские магистрали и площа-

ди, связывает между собой основные железнодорожные вокзалы.

Длина трассы большого подземного кольца 19,2 км. На нем размещаются 12 подземных станций глубокого заложения, из них шесть станций являются пересадочными, расположенными в месте пересечения с существующими диаметральными линиями метрополитена.

Трасса подземного кольца метрополитена проходит от Курского вокзала через Таганскую площадь к Павелецкому вокзалу и затем через Добрынинскую и Калужскую площади к Крымской площади. Далее линия кольца направляется через Киевский вокзал на Красную Пресню, к Белорусскому вокзалу, через Новослободскую улицу и Ботанический сад на Комсомольскую площадь и затем замыкается у Курского вокзала.

Трасса кольцевой линии метрополитена четыре раза пересекает Москва-реку подводными тоннелями.

Строителями завершены подготовительные работы по трассе. Построены компрессорные, холодильные и понизительные подстанции для снабжения строительства электроэнергией, сжатым воздухом и холодом для замораживания плавунных грунтов. На трассе уже пройдено 18 шахтных стволов. Ряд шахтных стволов, проходимых в особо сложных геологических условиях, заканчивается проходкой с применением специальных новых методов работ — бурением и с помощью вибрационной крепи. Строители станции «Курская», «Павелецкая», «Парк культуры и отдыха» уже вышли на трассу и начали горизонтальную проходку; они имеют уже готовые отрезки тоннелей.

Строители при прокладке тоннелей ведут борьбу с природными трудностями в виде значительного проявления горного и гидростатического давления, при обильном дебите подземных вод, доходящем на отдельных участках трассы до 1200 м³ в час.

Объем предстоящих работ по трассе кольца, которые необходимо в чрезвычайно короткие сроки выполнить, составляет: 2 млн. 300 тыс. м³ грунта, 450 тыс. м³ бетона и 495 тыс. т чугунных тубингов для конструкции тоннелей.

Научнотворческая и изобретательская мысль строителей Метростроя создала мощную тоннельную технику, позволяющую успешно и быстро сооружать тоннели разнообразнейшего назначения в сложнейших геотехнических условиях. Строительство метрополитена пользуется особой любовью москвичей. Московские заводы оказывают большую помощь в строительстве и монтаже сложного оборудования: эскалаторов, тяговых подстанций, сигнализации, централизации и связи, во всем, что нужно для пуска электрической железной дороги.

Особое внимание уделяется созданию станций метро, крупнейших подземных дворцов, являющихся монументальными инженерными и архитектурными памятниками нашей эпохи.

Великолепие архитектурного оформления станций Московского метрополитена им. А. М. Кагановича достигло вершин в период Великой отечественной войны, когда завершалось строительство третьей очереди Замоскворецкого и Покровского радиусов метрополитена.

Тематика отделки новых станций и вестибюлей посвящена, как сказано, героической борьбе нашего великого советского народа против немецко-фашистских захватчиков и выражена средствами архитектуры, скульптуры и живописи.

Оформление станции «Бауманская», выполненное по проекту академика архитектуры Б. М. Иофана, отражает борьбу москвичей на фронте и в тылу в период Отечественной войны. Для облицовки станции использован светлый мрамор «Газган» и полированный порфир.

Величественная станция «Сталинская» оформлена по проекту архитектора С. М. Кравец. Тематика оформления посвящена великому вождю Генералиссимусу Советского Союза И. В. Сталину. Мраморные барельефы на стенах станции изображают виды мощного оружия Красной Армии и выполнены лауреатом Сталинской премии скульптором В. П. Мухиной. Станция облицована светлосерым мрамором «Уфалей» с частичным использованием ценного камня — офиокальцита. Пол в средней части станции выложен серым, красным и черным украинским гранитом.

Оформление станции «Измайловская», выполненной по проекту архитектора Б. С. Виленского, посвящено партизанскому движению. В кессонах потолка сделаны фрески, изображающие лесные массивы и партизанские лагеря. Фрески выполнены живописью по серой штукатурке художником А. Гончаровым.

Оформление станции «Новокузнецкая» средствами живописи в мозаичных панно плафона и скульптурах отражает единство тыла и фронта. В боковых тоннелях станции нашла свое выражение тема славы отечественных битв минувших времен. Архитектурное оформление станции выполнено по проекту архитекторов И. Г. Таранова и Н. А. Быковой.

Архитектурная и художественная обработка

станции метрополитена «Завод им. Сталина» выполнена по проекту лауреата Сталинской премии архитектора А. Н. Душкина и отражает героизм наших дней на трудовом фронте и на войне. Тема труда, войны и обороны нашей столицы выражена рядом мозаичных панно с фресками.

Для отделки станций двух новых линий потребовалось до 18 000 м² мрамора и до 5 000 м² гранита, которые были доставлены с Урала, Алтая, из Средней Азии и с Украины.

Новые линии метрополитена третьей очереди построены прочно и богато, в монументальных формах, со всем великолепием, как и до войны. В этом сказывается сталинская забота о трудящихся Москвы, в этом свидетельство нашей мощи и неисчерпаемых возможностей нашей великой Родины.

Станции большого подземного кольца метрополитена будут иметь богатое архитектурное оформление, отражающее героизм Великой отечественной войны. Станции будут построены и отделаны лучшими мастерами советской архитектуры, с использованием богатейшей гаммы цветов мрамора различных месторождений Советского Союза.

Замечательные успехи при создании лучшего в мире Московского метрополитена достигнуты метростроителями благодаря непосредственному руководству Лазаря Моисеевича Кагановича и гг. А. С. Щербакова и Г. Н. Попова. Высокую оценку творческой, созидательной деятельности инженеров и рабочих Метростроя в трудных условиях военного времени дал наш великий вождь и учитель товарищ Сталин.

ВЫШНЕГРАДСКИЙ ~ РУССКИЙ УЧЕНЫЙ и ИНЖЕНЕР

(К 50-летию со дня смерти)

Кандидат технических наук

А. В. ХРАМОЙ

В последней четверти XVIII века вместе с паровой машиной Уатта в арсенал технических средств человечества вошел автоматический регулятор хода машины, составляющий одну из ее частей. Роль этого небольшого и сравнительно несложного устройства, послужившего, как показало дальнейшее развитие техники, прототипом принципиально нового класса технических устройств машин управителей, не могла быть оценена сразу. Только спустя несколько десятилетий вопросы теории и практики автоматического регулирования оказались в центре научно-технической мысли.

В современной технике все более отчетливо выступает стремление автоматически регулировать возможно большее число факторов, обуславливающих и определяющих ход любого технического процесса, поведение любой технической системы. Главным средством для этого являются автоматические регуляторы.

Кроме регулирования хода машины двигате-

ля, они стали применяться в самых разнообразных процессах в промышленности, на транспорте, в связи, в военной технике и т. д. для решения сложных задач автоматического регулирования различных параметров, как то: температура, давление, уровень, направление, влажность, расход, напряжение, сила тока, частота, концентрация раствора, громкость звука и т. д.

Производство устройств автоматического регулирования, а также автоматического управления и контроля защиты обособились в обширную самостоятельную отрасль машиностроения, имеющую своей задачей выпуск новых своеобразных машин управителей.

Характерная особенность современной техники — это объединение машин двигателей, машин орудий и машин управителей в самодействующие комплексные машинные системы. Такое объединение позволяет решать сложные технические задачи без непосредственного участия человека, позволяет в ряде случаев заменять человека, его

мускульную энергию, его роль сознательного исполнителя технологических приемов.

Анализируя грандиозные успехи современной техники, значительная часть которых непосредственно связана с применением автоматики, мы не должны забывать о первых этапах развития ее, подготовивших достижения сегодняшнего дня. Мы также должны помнить о той огромной роли пионеров, которую сыграли русские ученые в деле разработки математических и физико-технических основ автоматики и в первую очередь автоматического регулирования.

Среди плеяды научных деятелей (акад. П. А. Чебышев, проф. И. А. Вышнеградский, проф. Н. Е. Жуковский, проф. А. В. Гречанинов и др.) первое место в разработке этих основ принадлежит выдающемуся русскому механику и машиностроителю И. А. Вышнеградскому.

Иван Алексеевич Вышнеградский родился 20 декабря 1831 г. в семье вышневолоцкого протоиерея. Учился сначала в Тверской духовной семинарии, а затем перешел на физико-математический факультет Главного педагогического института в Петербурге, который и окончил в 1851 г. с серебряной медалью. В институте лекции по аналитической механике читал выдающийся ученый академик М. В. Остроградский, оказавший опромное влияние на развитие математической мысли в России. Лекции Остроградского определяли интересы и направляли деятельность И. А. по пути научных исследований в области математики и механики.

По окончании института Вышнеградский занялся за исследования в области теоретической механики и математики. Первая научная работа И. А. — «О движении системы материальных точек, определяемой полными дифференциальными уравнениями», — была написана в 1854 г. За нее И. А. получил степень магистра математики.

В 1857 г. И. А. выступает с докладом в Петербургской Академии Наук на тему «Радиусы кривизны конических сечений». С 1851 г. начинается педагогическая деятельность И. А. Сначала он преподавал математику во 2-м Кадетском корпусе, в 1854 г. приступает к чтению лекций по математике, а с 1858 г. и по механике в Михайловской артиллерийской академии. В это же время он пишет учебное руководство по механике для военно-учебных заведений, которое выходит в 1860 г. под заглавием «Элементарная механика». Этот курс является первым в России опытом строго научного изложения основ механики исключительно с помощью начальной математики.

В это же время И. А. читает для широкой аудитории в зале петербургского Пассажа свои знаменитые публичные популярные лекции о машинах. Эти лекции изданы отдельной книгой в 1859 г.

Преподавательская и научно-исследовательская деятельность не вполне удовлетворяли живую и энергичную натуру Вышнеградского — он стремился и к чисто инженерной работе, конструктора машин.

В феврале 1860 г. И. А. выступает в Академии Наук с сообщением чисто прикладного инженерного порядка о расчете некоторых существенных деталей водяных колес. В том же году в Артиллерийском журнале И. А. печатает две работы о пороховых прессах. Результаты изысканий И. А. не ограничились опубликованием статей, а нашли свое выражение в построенных И. А. пороховых прессах оригинальной конструкции (для изготовления призматического

пороха). Эти прессы принесли И. А. немалую известность как инженеру не только в России, но и за границей, особенно в Пруссии и Италии. На пороховых заводах этих стран прессы конструкции И. А. Вышнеградского весьма быстро нашли широкое применение.

В 1860 г. И. А. командировается за границу для ознакомления с новейшими успехами в области механики и машиностроения. Этой командировке предшествовал проезд Вышнеградским ряда отечественных заводов с целью детального изучения артиллерийского дела и машиностроения в России. В течение полутора лет он работает в Германии, Бельгии, Франции и Англии, знакомится с последними достижениями в машиностроении и состоянием науки о машинах.

И. А. не довольствовался изучением машин в объеме прикладной механики того времени, так как она рассматривала машину как нечто данное, готовое. Вышнеградский исходил из того, что Россия нуждается в инженерах, способных не только эксплуатировать привезенные из-за границы готовые машины, но также строить новые машины на своих отечественных заводах, а для этого одной прикладной механики было мало. И. А. поставил своей целью разработать и популяризировать научные методы построения машин. «Введение в России преподавания машиностроения, а следовательно и подготовка к отечественному производству машин, — писал впоследствии выдающийся русский механик, ученик И. А., проф. В. А. Кирпичев, — есть дело И. А. Вышнеградского, и в этом состоит главная заслуга и особое значение покойного».

В 1859 г. под руководством И. А. Вышнеградского издаются в русском переводе «Основания механики и ее приложений к машинам, общепонятно изложенные Карлом Гольцманом». Эта работа И. А. получила исключительно высокую оценку в серьезных журналах того времени, как то: «Русское Слово», «Вестник промышленности», «Строитель, механик и технолог». В том же году вышли из печати упомянутые выше «Публичные лекции о машинах».

По возвращении из-за границы в 1862 г. И. А. утверждается в звании профессора и занимает кафедру практической механики в Артиллерийской академии. С этого же года И. А. получает кафедру механики в С.-Петербургском практическом технологическом институте и читает лекции по механической теории теплоты, теории устройства паровых двигателей, по строению машин и подъемных механизмов.

С 1867 по 1878 г. И. А. занимает также должность инженера-механика Главного артиллерийского управления и члена Временного артиллерийского комитета. Начавшиеся в 1863 г. преобразования русской артиллерии в первую очередь коснулись производства пороха и производства орудий.

Роль И. А. в этих преобразованиях была весьма значительна. Дело не исчерпывалось оборудованием заводов машинами и станками конструкции И. А. Вышнеградского. Крупнейшие заводы артиллерийского ведомства реконструировались по его планам и проектам. Достаточно указать, что И. А. Вышнеградский принимал ближайшее участие в коренной реконструкции Охтенского порохового завода и в устройстве механических мастерских петербургского арсенала. В процессе оборудования Охтенского завода был выполнен ряд оригинальных инженерных решений И. А., свидетельствовавших о его исключительно даровании как конструктора. Одно

из таких решений было знаменитая для того времени передача силы проволочными канатами на большие расстояния, обратившая на себя внимание технического мира и описанная в заграничной литературе того времени. И. А. принимал активное участие в проектировании, строительстве и пуске нового оружейного завода и первого в России патронного завода для изготовления металлических патронов. Характерно, что И. А. лично руководил в ряде случаев монтажом и наладкой оборудования.

Большое внимание уделял И. А. краностроению для нужд артиллерии. Подъемные краны были необходимы не только для подъема орудий, но также и для механизации особо трудоемких работ в промышленности, и имели решающее значение для развития отечественного тяжелого машиностроения.

Перу И. А. принадлежит первый и один из лучших курсов по подъемным машинам. Он любил повторять следующее изречение: «Кто умеет строить краны, тот сумеет любую машину построить». Это курс, содержащий строго научные обоснования для расчета и проектирования подъемных машин и их элементов, выдержал несколько изданий (первое издание, литографированное, появилось в 1869 г.). По словам проф. В. А. Кирпичева, этот курс представляет собой «введение к изучению машиностроения», так как он содержит «изложение общих правил машиностроения и подъемные машины представляют лишь конкретный пример, на котором изъясняются общие правила».

Отметим, что в этом курсе, помимо систематизации и творческой переработки известных данных, имеется ряд оригинальных исследований И. А., в том числе исследование о цепях. Первая работа И. А. «О прочности цепей» была опубликована в 1863 г. в Артиллерийском журнале. И. А. построил подъемные машины для подъема орудий, создал ряд оригинальных подъемных механизмов, разработал и осуществил «проект устройства пристани в Рыбинске с механической перегрузкой грузов из барж в вагоны с помощью, недавно перед тем появившихся, гидравлических механизмов Армстронг¹».

Как было упомянуто выше, И. А. одновременно с работой в Михайловской артиллерийской академии посвящал много времени и энергии Технологическому институту, в котором с 1875 по 1884 г. был директором.

В 1873 г. И. А. прочел в Русском техническом обществе три публичные лекции по механической теории теплоты, которые были опубликованы в виде брошюры, имевшей большой успех в России и обратившей внимание крупнейших иностранных научных учреждений.

Занимаясь паровыми машинами и исследуя вопрос о регуляторах хода этих машин, И. А. написал две прославившие его имя работы: «О регуляторах прямого действия», «О регуляторах непрямого действия».

Эти работы создали эпоху в теории автоматического регулирования. Еще до опубликования их на русском языке, Французская Академия Наук в заседании своем от 31 июля 1876 г. заслушала доклад французского академика Треска о выдающейся работе И. А. Вышнеградского. Проф. В. Хорт, выдающийся немецкий механик, в своей работе (1904), посвященной развитию теории регулирования, считает Вышнеградского ее основоположником. Проф. У. Тринкс, крупный американ-

ский механик, в фундаментальном исследовании (1919) указывает на то, что работы И. А. послужили основой для современной теории автоматического регулирования, и выражает сожаление по поводу того, что работы Вышнеградского не нашли в свое время соответствующей оценки в странах, где говорят по-английски (мемуары И. А. по автоматическому регулированию были опубликованы в русских, французских и немецких изданиях).

Чтобы оценить значение работы И. А. в области автоматического регулирования, надо иметь в виду, что автоматический регулятор является существенной органической частью современной машины, так как он сообщает ей весьма важное свойство — устойчивость движения. Без устойчивого движения, без способности поддерживать определенное постоянное число оборотов, машина не может выполнять свои функции. Механизм регулирования состоит в том, что чувствительный элемент регулятора приходит в движение от изменения регулируемой величины и передает известное усилие на исполнительный механизм для того, чтобы определенным образом воздействовать на источник энергии, питающий данную машину. Но в силу инерции, присущей любым техническим процессам, исполнительный механизм продолжает свое движение после того, как регулируемая величина получит свое прежнее значение, и равновесие достигается лишь после нескольких постепенно убывающих, или, как говорят, затухающих, колебаний в ту или другую сторону. Если регулятор будет совершать колебания, они могут или с течением времени уменьшать свою амплитуду и тогда регулятор будет приближать машину к новому равновесному положению или же колебания эти будут с течением времени увеличивать свою амплитуду и тогда регулятор произведет совершенно неправильное движение машины.

Задача науки состояла в том, чтобы исследовать природу этих колебаний и найти способы наиболее быстрого их устранения. А. И. решил эту задачу со свойственной ему простотой, ясностью и изяществом. Применив тонкий математический аппарат, он впервые охватил всю сложную физическую картину взаимодействия объекта регулирования (машины) и регулятора в движении.

Этим самым Вышнеградский содействовал тому, что проектирование автоматических регуляторов, до того времени целиком зависевшее от интуиции и изобретательских способностей того или другого инженера, получило рациональные математические основы, обеспечивающие надежные методы расчета и проектирования автоматических регуляторов. Прежде всего он выразил математически зависимость перемещения муфты регулятора¹ от изменения скорости машины (а изменения скорости машины — в зависимости от изменения нагрузки) при посредстве линейного дифференциального уравнения третьего порядка с постоянными коэффициентами². Исследуя интеграл (решение) этого уравнения, И. А. обнаружил, что при одной зависимости между коэффициентами регулятор, выведенный из положения равновесия изменением скорости машины, станет делать колебания все более и более возрастающие (расходящиеся). Само собой разумеется, что такие колебания являются вредными для маши-

¹ Муфта — это тот орган регулятора, который при изменении скорости машины выходит из своего равновесного состояния.

² Коэффициенты при членах этого уравнения давали конструктору основу для расчета важнейших элементов регулятора.

¹ Известный английский конструктор того времени.

ны и для регулятора. При другом же соотношении коэффициентов колебания постепенно затухали (уменьшались). Далее И. А. установил, что возможно такое соотношение коэффициентов, при котором колебания муфты вовсе не будут иметь места, а будет плавное приближение ее к положению равновесия и одновременно с этим плавное приближение изменившейся скорости машины к заданной величине. Для того чтобы добиться такого положения, необходимо было, по расчетам И. А., включить в конструкцию регулятора новый дополнительный элемент — катаракт¹.

Своими работами в области теории автоматического регулирования И. А. вписал свое имя рядом с именами самых выдающихся ученых прошлого века. И. А. Вышнеградский независимо от Максвелла дал решение одного из важнейших вопросов современной динамики. Впервые И. А. сделал доклад о разработанной им теории регулирования в 1871 г. на заседании Пентанального общества (так назывался основанный им кружок научных деятелей, куда, кроме И. А., входили выдающиеся русские ученые В. А. Кирпичев, Н. П. Петров и др.). В истории развития науки о машинах роль этого общества весьма значительна, но еще мало освещена в литературе.

Помимо перечисленных выше дисциплин, по которым им был написан впоследствии ряд книг, выдержавших по нескольку изданий, И. А. прочитал еще несколько отдельных курсов, о которых можно судить лишь по воспоминаниям его учеников. Так, например, И. А. читал курс теории упругости и сопротивления материалов, курс проектирования машин — орудий для обработки металлов. Об этом последнем курсе В. А. Кирпичев (в своей речи, произнесенной в связи с кончиной И. А.) говорит, как о замечательном событии научно-технической жизни того времени. Курс этот сопровождался проектированием токарных станков разного рода. По словам В. А. Кирпичева, он заключал в себе весьма плодотворные идеи применительно к проектированию рабочих станков вообще и мог служить основанием для постановки на рациональную почву дела конструирования машин — орудий.

Будучи сам прекрасным конструктором, И. А. воспитал и в своих учениках замечательные конструкторские навыки. Многие из них стали блестящими конструкторами и способствовали немало развитию отечественного машиностроения.

И. А. был не только профессором и ученым, инженером, организатором. Он принимает ближайшее участие в реформе технического образования в России, разрабатывает и проводит в жизнь проекты институтов и лабораторий, в частности петербургского Практического технологического института. В качестве члена совета министерства народного просвещения И. А. способствует реконструкции всей системы технического образования.

В задачи настоящей статьи не входит оценка деятельности И. А. Вышнеградского как министра финансов, организатора денежной реформы, железнодорожного хозяйства и т. д. Отметим только, что, будучи министром финансов, И. А.

организовал Палату мер и весов и пригласил в качестве руководителя этой палаты великого русского ученого Д. И. Менделеева, который выполнял ряд исключительно важных работ по установлению эталонов и мер и тем самым вошел в число крупнейших метрологов своего времени.

Несмотря на чрезвычайную перегрузку работой, И. А. находил еще время для организации ряда промышленных выставок. Так, например, он был одним из организаторов Всероссийской мануфактурной выставки 1870 г., Всероссийской промышленно-художественной выставки 1882 г. в Москве, принимал деятельное участие в организации русского машинного отдела на Венской всемирной выставке 1872 г. На всемирной выставке в Париже 1878 г. И. А. исполнял обязанности вице-президента экспертов по машинному и инженерному делу.

Замечательный русский механик профессор Виктор Львович Кирпичев, один из выдающихся учеников И. А. Вышнеградского, писал о деятельности своего покойного учителя как о деятельности, которая по своему разнообразию в наш век узкой специализации представляется почти сверхъестественной. И действительно, в лице И. А. счастливо сочетались огромная и разносторонняя эрудиция ученого с неистощимой изобретательностью инженера-конструктора, крупный талант организатора промышленно-технического образования с блестящими педагогическими способностями, и замечательным талантом строителя и организатора промышленных предприятий.

И. А. обладал исключительной трудоспособностью, работая, как правило, по 17 часов в сутки. И когда на склоне жизни врачи запрещали ему, тяжело больному, работать, он говорил им: «зачем же жить, если нельзя работать».

Будучи чрезвычайно загружен научной и государственной деятельностью, И. А. находил время для искусства и литературы, дружил с поэтами, писателями. В доме у него часто бывали поэты Майков и Полонский, писатели Григорович и Страхов и др.

Скончался И. А. Вышнеградский 25 марта (6 апреля) 1895 года. После смерти И. А. Правление Общества технологов учредило премию имени Вышнеградского в размере 1000 рублей за «более важные открытия, изобретения или усовершенствование в области приложения науки к промышленности, а также за лучшее сочинение, содержащее в себе изложение в возможно более полном виде какого-либо самостоятельного открытия или исследования по какому-либо техническому вопросу или по вопросу заводско-фабричного или железнодорожного хозяйства».

Иван Алексеевич Вышнеградский принадлежит к числу тех замечательных русских ученых, у которых теория и практика органически сливались в творческом единстве. Обогадив науку о машинах рядом блестящих теоретических работ, он одновременно обогатил и русское машиностроение новыми машинами оригинальной конструкции, постройкой нескольких крупных образцовых заводов и сооружений, созданием школы, давшей России многочисленных машиностроителей. Имя И. А. Вышнеградского также неразрывно связано и со славными именами тех ученых и практических деятелей, которые в прошлом ковали могущество нашей Родины.

¹ Катаракт — по определению И. А. — это прибор, приходящий в движение вместе с муфтой регулятора и производящий при этом на муфту давление, зависящее от ее скорости, и противоположное направлению ее движения.

Часы с маятником британской Королевской обсерватории, указывающие в течение десятилетий точное время по Гриничу, должны из-за недостаточной точности уступить место более совершенному прибору. Эти часы показывают время с точностью только до 0,01 секунды в сутки. Между тем, точность новых часов с кристаллом кварца измеряется в 0,001 секунды. Возможно, что ее удастся довести даже до 0,0001 секунды в сутки.

Колебания маятника происходят один раз в секунду. Кристалл кварца колеблется 100 000 раз в секунду, и его колебания, регистрируемые при помощи электрического прибора, используются для точного измерения времени.

(Popular Mechanics, 1944, XII.)

* * *

Планер «Гамилькар» (Англия), буксируемый четырехмоторным бомбардировщиком, приспособлен для переброски танков весом 7,5 т с одной пушкой и двумя пулеметами. Размах крыльев «Гамилькара» больше, чем у бомбардировщика «Ланкастер», и составляет около 34 м.

(Popular Mechanics, 1944, XII.)

* * *

Мексиканское правительство дало разрешение ввести в эксплуатацию вертолеты на главных воздушных линиях и аэропортах страны для связи с наиболее отдаленными населенными пунктами.

(Science News Letter, 1944, 12, VIII.)

* * *

Одна из крупнейших приборостроительных фирм в США «Миннеаполис Хониуэлл Регулятор Компани» сконструировала и изготовила новый автоматический прибор, заменяющий летчика-испытателя и приспособленный для испытания самолетов.

(Science News Letter, 1944, IX.)

* * *

В конце прошлого года пущен в эксплуатацию на Пенсильванской железной дороге в США один из самых мощных паровозов в мире. Он тянет состав из 125 товарных вагонов со скоростью более 80 км в час. Развиваемое им тяговое усилие на 78% больше, чем у самого быстроходного современного товарного паровоза. Длина нового паровоза достигает 38 м, высота — около 5 м. Вес более 453 т.

(Popular Mechanics, 1944, XII.)

* * *

Фирма «Фэйрчайлд Энджин Эйрплэн Компани» выпускает новый 12-цилиндровый авиационный мотор мощностью 700 лошадиных сил, весом всего 39,4 кг. Вес мотора на 1 лошадиную силу не достигает здесь даже 60 г, в то время как в обычном авиационном моторе на 1 лошадиную силу приходится более 400 г веса конструкции.

(Popular Science, 1944, XII.)

Посев риса на обширных плантациях Калифорнии производится, как правило, при помощи самолетов.

(Science News Letter, 1944, 12, VIII.)

* * *

Около 70 млн. географических и топографических карт было изготовлено в 1943 г. для штаба генерала Эйзенхауера.

* * *

Применение нового легкого алюминиевого сплава R-301 дало возможность уменьшить вес самолета-бомбардировщика на 4,5 т.

* * *

Имеющая мировую известность фирма «Вестингауз Ламп Компани» увеличила выпуск электронных ламп за годы войны в 11 раз.

* * *

Среди новых материалов, применявшихся за годы войны в США, обращает на себя внимание широкое использование стекла. Из стекла изготавливаются подшипники, калибры, даже пружины, вполне заменяющие стальные, особенно в коррозионных средах, и изоляционные ленты толщиной 0,05 мм.

* * *

Производство пластических масс обогатилось новыми достижениями. Разработан новый вид пластмассы, имеющий прочность стали, но по удельному весу в 5 раз легче стали.

Масса эта отливается в формы подобно металлу, без давления.

Другая пластическая масса, заменяющая каучук (плиофлекс), используется для изготовления автомобильных шин. Испытания шин из этой массы показали, что плиофлекс не уступает по качеству ни натуральному, ни синтетическому каучуку. Установлено, что плиофлекс в отличие от натурального каучука не разрушается от действия солнечных лучей.

* * *

При переработке шлаков доменных печей США было извлечено в 1942 г. методом магнитной сепарации около 168 000 тонн годного металла.

Шлаки, как правило, перерабатываются путем дробления, в специальных агрегатах, в строительные материалы, идущие на изготовление бетонных блоков для зданий, а также на строительство дорог.

* * *

По данным статистики США число раненных в ноги и руки во второй мировой войне относительно меньше, чем в предыдущие войны.

Так например, во вторую мировую войну 70% от общего числа раненных поражены были в ноги и руки, в то время как такого рода раненных в первую мировую войну насчитывалось 76,5%.