АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ



1956

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

П-81 П-14841
1956 | Институт
в. 2 | истории, естест-
вознания и техники.
АН СССР. Вопросы
истории | 15 р.
задч. нова 2 р.
мая 10 р.
П-14841

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Выпуск

2

1956

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

П 14841
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ПЯТИЛЕТНЕГО ПЛАНА ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АКАДЕМИИ НАУК СССР

XX съезд КПСС поставил перед советскими учеными большие и ответственные задачи. В директивах съезда по шестому пятилетнему плану говорится: «Всемерно развивать науку. Расширяя теоретические исследования во всех областях знаний, повысить роль научных учреждений в деле технического прогресса и организации производства. Перестроить работу научно-исследовательских институтов в направлении большего приближения их деятельности к конкретным нуждам хозяйства. Обеспечить максимальное использование достижений отечественной и зарубежной науки и техники конструкторскими и проектными организациями.

Сосредоточить усилия ученых и материальные ресурсы научно-исследовательских учреждений на разработке в первую очередь научных проблем, имеющих важное народнохозяйственное значение, добиваясь быстрейшего доведения до конца научных исследований и внедрения результатов работ в народное хозяйство».

Успешное выполнение в области истории естествознания и техники этих важных задач, поставленных партией, требует прежде всего продуманного планирования всей научно-исследовательской работы Института в целом, его секторов, коллективов авторов и отдельных научных работников, правильной расстановки кадров, обеспечивающей быстрое выполнение важнейших тем, и напряженной работы всего коллектива сотрудников Института.

Институт истории естествознания и техники ответственен за обеспечение очень важного участка идеологического фронта науки. Разрабатывая вопросы истории естествознания и техники, выпуская научные исследования и научно-популярные издания, Институт всей своей деятельностью должен содействовать техническому прогрессу нашей промышленности и сельского хозяйства.

Наши труды, посвященные истории отечественной науки и техники, должны также быть направлены на решение поставленной партией задачи — укрепления дружбы и сотрудничества нашего народа с народами других стран и, в первую очередь,— стран народной демократии.

Наконец, перед Институтом стоит еще одна чрезвычайно важная задача — воспитание советского патриотизма, гордости за свою родину, за огромные успехи нашего социалистического строя, обеспечивающего невиданный в мировой истории прогресс во всех областях науки, техники и культуры.

За три года своего существования Институт истории естествознания и техники добился определенных успехов в своей деятельности. За это время вышло значительное количество изданий различного типа, подготовленных Институтом (монографии по отдельным проблемам истории естествознания

и техники, сборники «Трудов Института», посвященные важнейшим вопросам истории различных отраслей естествознания и техники). Коллектив Института сплотился, стал более монолитным, а самое главное — более квалифицированным, осознавшим свои задачи и большую ответственность за свою работу. Значительно улучшились и условия работы Института.

Однако в работе Института имеется еще немало серьезных недостатков. Тематика наших работ мало связана с задачами технического прогресса. Имеются большие недостатки в планировании работы, в целесообразном распределении плановых заданий между сотрудниками Института, в соответствии с их квалификацией и возможностями. До сих пор качество некоторых передаваемых в печать работ оставляет желать лучшего.

Новый пятилетний план работ Института, учитывая указания XX съезда КПСС о расширении теоретических исследований во всех областях знаний, должен усилить внимание к методологическим и обобщающим исследованиям по истории науки и техники.

Важнейшей задачей теории в области истории естествознания и техники является изложение исторических событий в последовательной логической связи и обусловленности исторических событий, в показе взаимосвязи науки и производства.

Между тем наши труды, в основном, еще чисто фактологические, они в значительной степени лишены важной основы историко-научных трудов — выяснения причинной взаимосвязи исторических явлений друг с другом и связи их с экономическими процессами и явлениями.

Институт должен разрабатывать не только общие теоретические проблемы, связанные с развитием науки и техники в целом, но и прежде всего идти по пути исторических обобщений процесса развития отдельных разделов истории естествознания и техники. В наши дни наука сильно дифференцирована, исследования чрезвычайно специализированы и ученые заняты отысканием связей между различными явлениями лишь в пределах сравнительно узких отраслей наук.

Успешная разработка теоретических вопросов истории естествознания и техники требует привлечения и широкого использования в трудах Института общеисторических и историко-экономических материалов. Изложение истории науки и техники в тесной связи с историей общественно-экономического развития — важнейшее условие для решения теоретических вопросов, связанных с созданием обобщающих трудов по истории отдельных наук и важнейших научно-технических проблем.

В тесной связи с проблемой улучшения научного содержания трудов Института истории естествознания и техники стоит и другая задача — повышение роли трудов Института в деле технического прогресса.

Исторические труды должны выявлять наиболее прогрессивные тенденции в развитии науки и техники новейшего времени, освещая историю основных направлений в развитии естествознания и техники за последние десятилетия. В тоже время, историко-научные исследования должны дать в руки нашей производственно-технической интеллигенции исторические критерии для оценки состояния и перспектив развития отдельных областей науки и промышленности, должны толкать творческую и конструкторскую мысль на решение проблем, связанных с техническим прогрессом.

Для осуществления этих задач коллективу научных сотрудников Института необходимо глубоко изучать и выявлять закономерности развития естествознания и техники, в особенности за новейшие периоды.

В пятилетнем плане Института должны занять видное место проблемы, посвященные общей истории естествознания и техники, а также вопросы развития отдельных областей науки и техники в зарубежных странах.

Партия поставила важнейшую задачу — укрепление дружбы и сотрудничества между народами, установление деловых и культурных связей Советского Союза с другими государствами. Институт истории естествознания и техники немало делает для налаживания и развития научных связей с различными зарубежными организациями и отдельными учеными. Однако в своей научной деятельности Институт далеко еще не сделал всего, что следовало бы сделать в этом отношении. Известно, что наука и техника развиваются совместными усилиями ученых всех стран и народов. Наши исследования должны служить делу укрепления дружбы и сотрудничества между народами.

В работах по истории русской науки и техники факты, относящиеся к деятельности русских ученых до сих пор явно недостаточно связывались с тем, что в соответствующее время делалось за рубежом. Иногда вопросы развития отечественной науки и техники излагались в недопустимом разрыве с историей мировой науки и техники. Такое положение нередко приводило к ошибкам, к извращению исторической действительности.

За последние годы советскими историками естествознания и техники было немало сделано в области освещения многих достижений отечественной науки и техники прошлого, в документировании отдельных фактов и событий истории русской науки и техники. Задача дальнейшей разработки важнейших проблем истории отечественной науки и техники остается одной из важнейших задач Института истории естествознания и техники. Однако эта задача должна решаться на основе полной исторической объективности как в отношении истории русской науки и техники, так и зарубежной.

Новый пятилетний план работ Института учитывает все эти важнейшие задачи, связанные с разработкой истории естествознания и техники.

При составлении пятилетнего плана деятельности Института прежде всего были определены основные типы научной продукции Института. История науки и техники — область необъятная, возможности и формы исследовательской работы здесь весьма обширны, поэтому наблюдается крайнее разнообразие типов научной продукции, выпускаемой отдельными исследователями и учреждениями.

Главнейшими типами научной продукции Института в шестом пятилетии будут следующие.

1. Монографии по истории отдельных наук и отдельных отраслей техники. В этих монографиях должен быть изложен весь исторический процесс развития данной области науки или техники с древнейших времен и до наших дней.

Задача такого научного труда не только фактическое изложение исторических явлений и событий, но и историческое обобщение основных закономерностей развития отдельной науки или области техники в связи с общественно-экономическими явлениями и процессами. Как правило, такие труды создаются в течение нескольких лет — от двух до четырех — отдельными учеными, а в необходимых случаях коллективами ученых. К концу первого года пятилетки должно быть закончено несколько таких монографий.

2. Монографии по истории отдельных важнейших историко-научных и историко-технических проблем. Такие монографии должны явиться в новом пятилетии основной формой научной продукции ведущих научных сотрудников Института. В них на основе изучения первоисточников, обзорных работ и архивных материалов излагается на общем фоне развития науки фактический материал, относящийся к развитию данной проблемы. Основной задачей таких монографий является тщательное документирование описываемых фактов и исторических явлений. Отсюда следует необходи-

мость детального изучения важнейших исторических этапов развития данной проблемы. Наряду с подробным изложением фактов, монографии по истории отдельных проблем науки и техники также должны давать исторические обобщения, в частности выяснять закономерности развития данной проблемы. Работу по подготовке и написанию таких монографий предполагается поручать отдельным специалистам. Время, отводимое на подготовку монографии,— один—три года.

3. Тематические сборники, посвященные важным событиям в истории науки и техники, юбилейным датам, развитию науки, техники и культуры в отдельных странах и т. д. Эти сборники составляются из ряда статей специалистов в различных областях. Сборники юбилейного и персонального характера, естественно, более специализированы, они состоят из ряда статей, освещающих различные стороны творчества ученых и их деятельности. Сборники такого рода требуют для подготовки от нескольких месяцев до года.

4. Сборники «Труды Института истории естествознания и техники АН СССР» по своей тематике будут, как и в настоящее время, посвящены различным областям истории естественных и технических наук. Они составляются из статей, относящихся к определенной области истории науки или техники. Подготовка каждого выпуска таких сборников, как показал опыт, занимает около года.

5. Сборники «Научное наследство» составляются из не опубликованных ранее документов и материалов (архивных), относящихся к научной деятельности отдельных ученых. Эти сборники, имеющие характер публикаций, выходят регулярно раз в год. По составу и по форме (материалы с комментариями) к сборникам «Научное наследство» близко стоят издания: «Архив Д. И. Менделеева», «Переписка русских ученых с иностранными учеными», «Материалы к биографиям ученых» и другие, отличающиеся от «Научного наследства» лишь подбором материалов. На подготовку очередных томов «Научного наследства», так же как и других подобного типа сборников материалов, требуется от года до 3 лет. Обычно к составлению подобных сборников привлекаются внеинститутские специалисты.

6. Издания «Классики естествознания», уже широко известные ученым различных специальностей. План издания отдельных выпусков «Классиков» составляется редакцией этой серии под председательством академика И. Г. Петровского. Этой же редакцией осуществляется апробация подготовленных к печати отдельных книг. Редакция работает при Институте истории естествознания и техники.

7. Научные биографии крупнейших ученых и деятелей техники. До сих пор плановое издание таких книг не практиковалось в Институте. Между тем важность такого рода изданий совершенно очевидна. В зависимости от темы объем изданий биографического характера может варьироваться в широких пределах — от 3 до 30 печатных листов. На подготовку таких биографических очерков затрачивается от нескольких месяцев до двух лет.

8. «Летописи исторических событий по истории естествознания и техники»— также новая форма изданий, не входивших ранее в планы работ Института. Предполагается составление ограниченно подробных хронологических указателей по истории отдельных отраслей естествознания и техники, а также более общих синхронных таблиц и указателей. Подготовка таких изданий требует длительного времени — до пяти лет.

9. Биографические словари деятелей науки и техники.

В шестом пятилетии стоит вопрос об издании лишь одного общего словаря небольшого объема. Составление универсального биографического словаря — дело будущего. Создание отраслевых биографических словарей требует длительного времени — до пяти лет.

10. Библиографические указатели по истории естественных и технических наук. В шестом пятилетии будет продолжен выпуск указателей литературы по истории естествознания и техники, вышедшей в СССР. Оба типа изданий будут посвящены новейшей литературе, вышедшей в последние годы. Помимо них, стоит вопрос об издании библиографий основной литературы по истории естествознания и техники, вышедшей за рубежом за последние десятилетия. Наконец, будет практиковаться выпуск отраслевых библиографических указателей по истории отдельных отраслей естественных и технических наук. Текущие библиографические выпуски советской литературы по истории науки и техники требуют для подготовки от года до двух лет. Другие издания рассчитаны на различные сроки.

Этими основными типами изданий определяется большинство тем научной работы Института, вошедших в пятилетний план. План предусматривает выпуск 49 монографий и очерков по истории отдельных наук и отдельных научных проблем. Выйдут очерки по истории физики, математики, химии, биологии, машиностроения, радиотехники и других наук и монографии по истории механики, астрономии, гидротехники и других отраслей естественных и технических наук.

В отличие от прежних планов, новый пятилетний план предусматривает разработку ряда тем, посвященных развитию естественных и технических наук в новейшее время, таких, например, как «История открытия и исследований элементарных частиц», «История радиотехники» и др. В большинстве монографий исторические обзоры должны быть доведены до современности.

Среди тематических сборников трудов Института особое значение будут иметь сборники по отдельным отраслям естествознания и техники к сорокалетию Великой Октябрьской социалистической революции. В этих сборниках будут даны обзоры, написанные видными учеными страны, посвященные развитию различных направлений развития естественных и технических наук в СССР.

Большое значение в пятилетнем плане отводится регулярному выпуску нового институтского издания «Вопросы истории естествознания и техники», периодичность которого— четыре выпуска ежегодно, — предполагается строго соблюдать.

Выпуск сборников «Научное наследство» и «Материалы по истории естествознания и техники» предполагается значительно расширить. Особенно важно отметить наличие в плане таких сборников, как «Международные связи русских ученых», документов о научной деятельности Л. Эйлера, А. Гумбольдта и других изданий, посвященных связям отечественной и зарубежной науки. В то же время тома «Научного наследства», выпуски «Архива Д. И. Менделеева» и другие издания этого типа будут посвящены деятельности крупнейших отечественных ученых.

Большой план намечен по изданию серии «Классики науки». В шестом пятилетии предполагается выпустить в свет более 40 книг избранных классических трудов крупнейших русских и зарубежных ученых, в том числе Ломоносова, Менделеева, Сеченова, Пастера, Фарадея, Эйнштейна и многих других.

Намечается подготовить и выпустить значительное количество научных биографий отдельных ученых. Ежегодно, начиная со второго года пятилетки, предполагается выпуск пяти—восьми биографий.

Кроме того, коллективом сотрудников института в течение пятилетки будет подготовлена к изданию «Летопись важнейших событий по истории естествознания и техники» и «Биографический словарь выдающихся деятелей естествознания и техники». Намечен также ряд изданий библиографического характера.

Помимо всех этих разнообразных изданий, в пятилетнем плане предусмотрен выпуск отдельных многотомных изданий: «История Академии наук СССР» (три тома) и «История естествознания в СССР» (два тома). Своевременный выпуск этих изданий потребует от коллектива авторов и редакторов большой и напряженной работы по улучшению и окончательной обработке подготовленных текстов этих трудов.

Таким образом план Института истории естествознания и техники на шестое пятилетие является широким и насыщенным. Его выполнение потребует не только напряженной работы всего коллектива сотрудников Института, но и привлечения ряда специалистов из других учреждений.

Наряду с теми изменениями, которые вносит новый план в научную деятельность Института, следует особо отметить и некоторые новые черты планируемых работ. Монографии, занимающие значительное место в плане, естественно, потребуют от их авторов разработки общих и частных вопросов теории и методологии истории естествознания и техники. Очень существенно, что значительная часть монографий будет посвящена развитию отдельных важнейших проблем мировой, а не только отечественной науки и техники. Важно также, что такие монографии предусматривают исторические обзоры и новейших периодов развития науки и техники. Ценность этих монографий в свете решений XX съезда КПСС будет определяться тем, насколько авторы их серьезно и вдумчиво подойдут к решению вопросов теоретического характера, вопросов, связанных с укреплением дружбы и сотрудничества между учеными СССР и зарубежных стран.

Коллектив научных сотрудников Института уже приступил к выполнению тем, намеченных пятилетним планом работ. Нет никакого сомнения, что наши ученые подойдут к решению задач, поставленных новым планом, с надлежащей серьезностью, с сознанием большой ответственности за качество своих исследований перед нашим народом — строителем коммунизма.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

В. Н. КОНДРАТЬЕВ

ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ КИНЕТИКИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

Интересоваться историей науки можно с разных точек зрения. Можно, например, изучать историю данной науки с целью выявления общих закономерностей ее развития. При этом можно убедиться в том, что в истории развития всех наук проявляются многие из тех закономерностей, какие проявляются в истории развития человеческого общества. В частности, можно убедиться, что как историю творят массы, так и наука развивается в результате коллективного труда целой армии ученых, в котором участвуют ученые многих стран и народов. Время от времени в ходе развития науки та или иная нация рождает великого ученого, который является, по выражению Плеханова, начинателем, потому что он видит дальше других и хочет сильнее других. Не нужно, однако, забывать, что великие ученые были выдвинуты всем развитием науки в предшествующий период, что их научное творчество соответствовало уровню и направлению развития науки, следовательно, двигало науку вперед. Ибо характерной особенностью развития науки является преемственность научных методов и идей, передающихся из поколения в поколение и все более совершенствующихся, вступающих в ходе развития науки в противоречия с новыми фактами, которые рождают новые открытия и идеи, еще сильнее двигающие науку вперед.

Каждая наука имеет самостоятельную линию исторического развития. Однако развитие науки всегда идет в общем русле развития культуры и производительных сил.

Наука и производство на всех этапах истории человеческого общества развивались в тесном взаимодействии, при самом благотворном взаимном влиянии. Запросы производства всегда являлись главным стимулом развития науки. Об этом свидетельствует весь опыт истории человеческой культуры, обобщенный в учении марксизма — ленинизма.

Изучение истории развития исследований в области кинетики химических реакций показывает, что отмеченные выше общие закономерности развития науки свойственны и этому разделу химии. Развитие химической кинетики, как и всех прочих наук, осуществлялось в результате работы огромного числа ученых — представителей многих национальностей. В частности, весьма существенный вклад в учение о химическом процессе, одной из главных составных частей которого является химическая кинетика, внесли русские и советские химики и физико-химики. Здесь в первую очередь нужно назвать имена А. М. Бутлерова, Н. А. Меншуткина, А. Н. Баха, Н. Н. Семенова. Далее, изучение истории химической кинетики показывает, что каждый этап в развитии этой науки, каждое новое открытие подготовлялись всем предшествующим ходом научных исследований. Так, сформулированный Вант-Гоффом в общей форме кинетический закон простых реакций

в частных формулировках был известен уже его предшественникам —Гульдбергу, Вааге, Эссону и Вильгельми, этот закон в неявном виде применялся и Бертолле. Точно также учение Вант-Гоффа о химическом равновесии берет свои корни в представлениях Бертолле о двух противоположных реакциях. Сформулированное Оствальдом, Лютером и Н. А. Шиловым в современной форме представление о промежуточных веществах восходит к Эссону, Кесслеру и, далее, к Дэви, Клеману и Дезорму. Широко распространенные в современной химии электростатические представления в менее ясном и физически необоснованном виде содержатся в работах Вант-Гоффа, восходя к электрохимической теории Берцелиуса.

Вместе с тем история развития представлений о цепных химических реакциях является яркой иллюстрацией положения диалектического материализма о том, что каждое научное открытие, каждый новый факт или явление важны не сами по себе, а лишь в связи с другими явлениями и фактами. Не отдельные, несвязанные с другими открытия двигают науку вперед, а только те открытия, которые подготовлены всем предшествующим ходом развития науки, которые находят резонанс в современной науке. Так, мы знаем, что открытие предела воспламенения паров фосфора Ю. Б. Харитоном и З. Ф. Вальта послужило толчком для развития современной цепной теории. Между тем предельные явления были известны уже Вант-Гоффу, а еще ранее Дэви и Лабиллардьеру; открытие этих явлений восходит к Бойлю (XVII в.). Мы ясно понимаем, что «открытие» известных ранее предельных явлений могло оказать влияние только на развитие науки XX в.— после того, как в химии утвердилось представление о промежуточных веществах, после открытия цепного механизма фотохимических реакций, после многих других успехов химической науки. Прослеживая историю развития учения о химическом процессе, можно на многочисленных примерах убедиться в существовании тесного взаимодействия науки и производства. Можно, в частности, убедиться в том, что все основные этапы этого учения всегда были обусловлены запросами производства. Так, запросы производства селитры и соды явились стимулом для предпринятого Бертолле исследования процессов производства селитры и соляного равновесия в озерах, приведшего его к открытию явления химического равновесия. Запросы производства серной кислоты привели к интенсивному изучению гомогенного катализа, механизм которого впервые наиболее четко был сформулирован Клеманом и Дезормом. Учение Вант-Гоффа о химическом процессе явилось обобщением многочисленных исследований, предпринятых в связи с запросами химических производств, получивших широкое развитие в середине XIX в. и поставивших перед химической наукой задачу управления химическим процессом. Широкое внедрение в технику быстро протекающих процессов горения и взрывов привело к созданию современной цепной теории химических реакций.

Можно подойти к изучению истории данной науки также с практической целью, с целью более полного использования опыта предыдущих исследователей. Содержание науки неизмеримо больше того, что представлено в учебниках и научных монографиях. Недаром каждый ученый непрерывно, систематически изучает оригинальную, журнальную литературу, ищет общения с другими учеными, работающими в той же или смежных областях науки. Без этого немыслимо занятие наукой. При изучении научной литературы, однако, чаще всего ограничиваются литературой нескольких последних лет, редко немногих десятилетий. Между тем и в старых работах нередко можно найти ценные методические указания, ценные и интересные идеи, которые могут способствовать разрешению задач науки сегодняшнего дня, которые углубляют и расширяют наши научные познания. Изучая историю развития каждой науки с этой практической точки зрения, можно

убедиться в том, что в работах наших предшественников очень часто содержатся весьма ценные сведения и представления, не утратившие и по сей день актуального значения, в значительной своей части еще ждущие анализа и обобщений и способные при критическом их использовании оказать существенную помощь развитию современной науки. В то же время из-за неосведомленности, недостаточной научной информации или по другим причинам очень часто в науке повторно проходились давно пройденные этапы, делались «открытия» давно известных явлений. Иными словами, нередко по чисто случайным причинам развитие науки осуществлялось замедленными темпами. Особенно это относится к теоретическим дисциплинам. Изучение истории науки приводит к убеждению в необходимости более организованной и вместе с тем более целеустремленной и планомерной разработки различных областей науки, в необходимости более тесного научного общения ученых разных стран и разных специальностей, большего коллективизма в научной работе, а также в необходимости более полного использования научного наследия. Нужно отметить, что указанные недостатки в равной мере свойственны как зарубежной, так и советской науке.

Настоящий очерк не претендует на полноту охвата истории развития учения о химическом процессе во всем его объеме и ограничивается лишь рассмотрением основных направлений развития химической кинетики, являющейся одной из составных частей этого учения. Другая составная часть учения о химическом процессе — учение о реакционной способности химических соединений в связи с их строением — затронута очень неполно и рассматривается лишь в связи с развитием химической кинетики.

Источниками использованных в настоящем очерке материалов послужили оригинальные журнальные статьи и монографии, а также некоторые исследования по истории химии.

В рукописи настоящий очерк был просмотрен Н. Н. Семеновым, М. И. Кабачником, М. Б. Нейманом, Н. Д. Соколовым и Ю. И. Соловьевым, которым автор приносит глубокую благодарность за ценные замечания и указания, касающиеся отдельных вопросов, затрагиваемых в очерке.

ГЛАВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ КИНЕТИКИ ХИМИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ

В развитии химической кинетики нужно отметить три главных направления. Первое из этих направлений связано с изучением простых о б р а т и м ы х р е а к ц и й и х и м и ч е с к о г о р а в н о в е с и я, второе — с изучением с л о ж н ы х химических реакций, в большинстве своем протекающих в жидкой среде, и третье — с изучением ц е п н ы х р е а к ц и й. Эти три направления (особенно первые два) развивались в тесном взаимодействии, поэтому четкое их разграничение не всегда возможно.

Первое из указанных направлений, в развитии которого особенно большую роль сыграл Вант-Гофф (1884 г.), привело к представлениям об элементарном химическом акте как о процессе, обусловленном взаимодействием определенного числа молекул, и о химическом равновесии как о двух реакциях — прямой и обратной, одновременно идущих в противоположных направлениях с одинаковой скоростью. Эти представления получили теоретическое обоснование с точки зрения общих принципов термодинамики и позднее — с точки зрения квантовой механики и статистики.

Развитие второго направления выявило сложность механизма химических превращений и привело к представлению о механизме реакции как о совокупности отдельных взаимосвязанных и взаимообусловленных элементарных процессов или актов. Утверждение этого представления привело к сближению первых двух направлений развития кинетики, оказавшихся связанными с различными сторонами единого химического процесса.

Что касается третьего направления развития кинетики, то это направление долгое время лежало в стороне от широкого пути, по которому шло развитие химии. В течение некоторого времени цепные реакции рассматривались как единичное явление во всей огромной массе и многообразии химических превращений. Лишь во второй четверти XX в., главным образом в результате работ советских ученых, в должной мере было оценено значение цепных реакций в химических превращениях вещества. Более того, автором современной цепной теории, Н. Н. Семеновым (1934 г.), был выдвинут тезис, согласно которому «огромное большинство реакций при ближайшем рассмотрении является цепными реакциями». Этот тезис по мере развития кинетических исследований получает все новые и новые экспериментальные подтверждения, по крайней мере в случае газовых реакций. В результате подобных исследований третье кинетическое направление все более и более сближается с первыми двумя, что предопределяет перспективу дальнейшего развития кинетики как единого монолитного раздела химической науки.

Параллельно с развитием химической кинетики уточнялись и развивались представления о реакционной способности химических соединений, вытекающие из учения А. М. Бутлерова (1861 г.) о связи между химическими свойствами соединений и их строением. Эти представления, нашедшие свое выражение в многочисленных закономерностях и фактах, получили прочное обоснование в квантово-механической теории атома и молекулы.

ПРОСТЫЕ ОБРАТИМЫЕ РЕАКЦИИ, ХИМИЧЕСКОЕ РАВНОВЕСИЕ

Обращаясь к краткому рассмотрению развития учения о химическом процессе, остановимся прежде всего на первом из трех указанных направлений развития химической кинетики, связанном с изучением обратимых реакций и химического равновесия. Истоки этого направления лежат в многочисленных попытках дать количественную характеристику понятия химического сродства, т. е. способности данного вещества вступать в химическое взаимодействие с другими веществами. Первый по времени метод экспериментального определения величины или «силы» химического сродства заключается в изучении реакций вытеснения, т. е. реакций, которые в общей форме можно представить схемой

$$AB + C \rightarrow AC + B.$$

При этом принималось, что причиной вытеснения вещества B веществом C является малое сродство B к A по сравнению с сродством C к A.

Отдельные попытки применения метода вытеснения предпринимались еще английским ученым Бойлем (XVII в.) и немецким ученым Шталем, однако особенно широко этот метод использовался французским химиком Жоффруа, представившим в 1718 г. в Парижскую Академию наук обширный материал в виде 16 таблиц, которые, по словам Н. А. Меншуткина, «совмещали все тогда известные факты»[1]. Представление о характере этих таблиц дают следующие данные.

Серная кислота	Азотная кислота	Щелочь
Флогистон	Железо	Серная кислота
Едкие щелочи	Медь	Азотная кислота
Аммиак	Свинец	Соляная кислота
Щелочные земли	Ртуть	Уксусная кислота
Железо	Серебро	Сероводород
Медь		
Серебро		

[1] Н. А. Меншуткин. Очерк развития химических воззрений. СПб., 1888, стр. 92.

Здесь в каждом вертикальном столбце вещества расположены в порядке убывающего сродства по отношению к веществу, находящемуся в начале столбца. Так, наибольшим сродством к щелочи обладает серная кислота, меньшим — азотная, еще меньшим — соляная и т. д.

Таблицы Жоффруа имели качественный характер. Кроме того, в них не учитывался известный уже в то время факт, что условия протекания химического процесса сильно влияют на его ход. В этом отношении шаг вперед представляли таблицы французского химика Бергмана, появившиеся в 1785 г.[1] Особое внимание Бергман уделил влиянию температуры на ход химического превращения. В соответствии с этим в его таблицах для каждого вещества приводятся два столбца: один, отвечающий реакциям, протекающим при высокой температуре и, следовательно, в отсутствие воды (реакции, протекающие «сухим путем»), и второй, отвечающий реакциям, протекающим при обычной температуре в водной среде (реакции, протекающие «мокрым путем»). Бергмановская таблица сродства, например, для едкого кали имеет следующий вид:

Едкий кали

«Сухим путем»	«Мокрым путем»
Фосфорная кислота	Серная кислота
Борная кислота	Азотная кислота
Мышьяковая кислота	Соляная кислота
Серная кислота	Фосфорная кислота
Азотная кислота	Мышьяковая кислота
Соляная кислота	Уксусная кислота
Уксусная кислота	Борная кислота
	Сернистая кислота
	Углекислота

Таблицы Бергмана, как и таблицы Жоффруа, имеют качественный характер. Попытка Бергмана найти количественную меру «силы» химического сродства была неудачной, так как за такую меру он принимал весовые количества соединяющихся между собой веществ, т. е. их химические грамм-эквиваленты, которые никакого отношения не имеют к вопросу о химическом сродстве. Установленный Бергманом в ряде случаев параллелизм в последовательности веществ, помещаемых в таблицы сродства на основании реакций вытеснения, и той последовательностью, которая получается из химических грамм-эквивалентов, был обусловлен ошибками производимых им анализов или простой случайностью.

Заслуживает внимания другая попытка количественной характеристики химического сродства, также сделанная в конце XVIII в., но более близкая к современным кинетическим представлениям, принадлежащая Венцелю[2]. Измеряя скорость растворения различных металлов в азотной кислоте, Венцель пришел к заключению, что «сродство тел к общему растворителю обратно пропорционально времени, которое необходимо для их растворения». Впоследствии, однако, выяснилось, что этот способ оценки величины сродства также имеет лишь ограниченное применение.

Дальнейший крупный шаг в развитии учения о химическом процессе был сделан Бертолле[3], который в результате изучения процессов производства селитры и солеобразования в озерах пришел к заключению, что направление химических реакций определяется *массой* взаимодействующих веществ, их *физическими и химическими свойствами*,

[1] Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 93—94.
[2] Там же, стр. 96.
[3] C. L. Berthollet. Recherches sur les lois de l'affinité. Paris, 1801.

а также условиями протекания реакции. Течение химического процесса, по Бертолле, зависит от «химической массы», участвующих в нем веществ, равной произведению xM «сродства x» на количество данного вещества M. Так, взаимодействие серной кислоты (H_2SO_4) с едким кали (KOH) и с едким натром (NaOH), распределение серной кислоты между продуктами реакции (K_2SO_4 и Na_2SO_4), по Бертолле, нужно считать отвечающим соотношению химических масс обеих щелочей, т. е. соотношению $xM : x'M'$, где x и x' — сродство к серной кислоте соответственно едкого кали и едкого натра, M и M' — количества этих веществ. В соответствии с этим Бертолле писал, что «всякое вступающее в соединение вещество действует своим сродством и своим количеством».

Свойства реагирующих веществ, как и условия протекания реакции (в частности, температура), влияют на ее ход через величину x, которая, таким образом, утрачивает свое первоначальное значение неизменного по величине химического сродства, действующего всегда в одном направлении. По Бертолле, изменение внешних условий может привести к изменению самого направления реакции, что нашло подтверждение в многочисленных опытах.

Исходя из этого, Бертолле в своей книге «Опыт химической статики»[1] выдвинул принципиально новое представление о химическом процессе как о двух реакциях, идущих одновременно в противоположных направлениях. Поэтому, если только не соблюдены специальные условия, реакция не будет полной, прекращаясь при определенном распределении вещества между исходными и конечными продуктами («ограниченные химические превращения» по терминологии Вант-Гоффа). Эта идея легла в основу учения о химическом равновесии, возникшего во второй половине XIX в.

Математическая формулировка условий равновесия химических реакций стала возможной только после того, как был накоплен достаточно надежный количественный материал. Такой материал был, в частности, получен в работах Розе (1842 г. и сл.)[2], который в связи с обсуждением понятия химической массы Бертолле дает следующую формулировку «принципа» химической массы: «Недостаток химического сродства может быть для данного вещества восполнен увеличением его количества и наоборот»; в работах Вильгельми[3] по инверсии тростникового сахара; в работах английского химика Гладстона (1856 г. и сл.)[4], уточнившего представления Бертолле применительно к процессам разложения солей, учтя молекулярные отношения, вытекающие из «закона постоянных отношений»[5], и в имевших огромное влияние на последующее развитие химии работах французского химика Сен Клер Девилля и его учеников (начиная с 1857 г.)[6] по исследованию открытого Сен Клер Девиллем явления диссоциации химических тел. К этому кругу работ относятся также работы Н. Н. Бекетова (1859—1865 гг.),[7] в которых, в частности, было показано, что при изменении давления водорода над водными растворами некоторых солей имеет

[1] C. L. Berthollet. Essai de statique chimique. Paris, 1803.
[2] См. В. А. Кистяковский. Химическое превращение в однородной среде. СПб., 1894; 1896, стр. 17.
[3] L. Wilhelmy. «Ann. Phys. Chem.» 81, 413, 499 (1850).
[4] См. В. А. Кистяковский. Указ. соч., стр. 18.
[5] Закон постоянных отношений, установленный Дальтоном в 1803 г. (См. Дж. Дальтон. Сборник избранных работ по атомистике. 1802—1810. Л., 1940, стр. 199—207) на основании его атомистических представлений, является одним из выражений закона постоянства состава химических тел. В априорной форме закон постоянства состава был сформулирован М. В. Ломоносовым в 1741 г.
[6] См. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 366.
[7] Н. Н. Бекетов. Исследования над явлениями вытеснения одних элементов другими. Харьков, 1865.

место обратимое вытеснение металла из соли. Обобщая результаты количественных опытов с водородом и углекислым газом, Н. Н. Бекетов приходит к заключению, что «химическое действие газов зависит от давления и, смотря по величине давления, может даже совершаться в обратном направлении» и что «действие газа пропорционально давлению или массе... сообразно закону Бертолле». Отметим также работы французских химиков Бертло и Пеан де Сен-Жиля (1862—1863 гг.),[1] изучавших обратимую реакцию образования и разложения сложных эфиров: кислота + спирт = сложный эфир + вода. Бертло подошел наиболее близко к математической формулировке законов химического равновесия, однако наличие приводящей к равновесию обратной реакции им было учтено формально. А именно, рассматривая процесс этерификации при избытке кислоты, скорость этого процесса он полагает пропорциональной не величине $1 - y$ (y — степень изменения исходного количества спирта), а величине $1 - \frac{y}{l}$, где $l < 1$ представляет собою значение величины y в момент достижения равновесия. Можно показать, что формула Бертло следует из уравнений кинетики данной реакции (см. ниже, стр. 16). Четкая математическая формулировка условий химического равновесия впервые была дана норвежскими химиками Гульдбергом и Вааге (1864—1867 гг.)[2].

Обобщая введенное Бертолле понятие «химической массы» на случай химической реакции между любыми двумя веществами A и B, $A + B \rightarrow A' + B'$, и полагая «силу» химического взаимодействия в каждый момент пропорциональной действующему количеству каждого из реагирующих веществ[3], Гульдберг и Вааге эту «силу» выразили формулой kc_Ac_B, где k — коэффициент, зависящий от природы взаимодействующих веществ и от условий протекания реакции, c_A и c_B — количества или концентрации веществ A и B. Для «силы» обратной реакции $A' + B' \rightarrow A + B$ получается аналогичное выражение: $k'c_{A'}c_{B'}$ (k' — соответствующий коэффициент; $c_{A'}$, $c_{B'}$ — концентрации). Согласно Гульдбергу и Вааге, химическое равновесие наступает при равенстве «сил» прямой и обратной реакций. Таким образом, условие химического равновесия $A + B \rightleftarrows A' + B'$ получает следующую математическую формулировку:

$$kc_Ac_B = k'c_{A'}c_{B'}.$$

c_A, c_B, $c_{A'}$ и $c_{B'}$ представляют собою равновесные концентрации, т. е. концентрации, устанавливающиеся при достижении химического равновесия. Написанное выше условие химического равновесия получило название закона действующих масс[4].

Аналогичное выражение было получено также немецким ученым Пфаундлером (1867 г.), в результате вычисления числа столкновений между молекулами на основании кинетической теории газов. Рассматривая равновесие как результат наложения двух противоположных — прямой и обратной — реакций и вычисляя скорости этих реакций, Пфаундлер независимым путем пришел к формулировке закона действующих масс. Возможность одновременного протекания прямой и обратной реакций Пфаундлер поставил в связь с максвелловским распределением энергии между молекулами реагирующих веществ. Так, подвижное равновесие при диссоциации какого-либо вещества, по Пфаундлеру, обеспечивается тем, что в процессе

[1] См. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л., 1936.
[2] См. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 367—368.
[3] Согласно определению Гульдберга и Вааге, «количество вещества, заключенное в одном кубическом сантиметре объема, называется активной (или действующей.— *В. К.*) массой». Для этой величины Вант-Гоффом позднее был введен термин концентрация.
[4] См. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 367.

диссоциации (прямой процесс) участвуют молекулы, обладающие наибольшей энергией, в обратном же процессе — молекулы с меньшей энергией.

В отсутствие равновесия, когда прямой процесс не компенсируется обратным, скорость суммарной реакции, очевидно, может быть представлена как разность скоростей этих процессов, т. е.

$$kc_A c_B - k' c_{A'} c_{B'}.$$

При достаточном избытке веществ B и B′ их концентрации можно считать постоянными. Так как, далее, степень изменения количества вещества A (y) в некоторый момент времени выражается отношением концентрации продукта реакции A′ к начальной концентрации вещества A, то мы имеем

$$c_{A'} = c_A^0 y \quad \text{и} \quad c_A = c_A^0 (1 - y),$$

где c_A^0 — начальная концентрация A. Вводя обозначения

$$K = kc_A^0 c_B \quad \text{и} \quad K' = k' c_A^0 c_{B'},$$

для скорости реакции мы получим

$$K(1-y) - K'y = K\left(1 - \frac{k+k'}{K} y\right) = K\left(1 - \frac{y}{l}\right) = \left(l - \frac{K}{K+K'} < 1\right),$$

т. е. формулу Бертло (стр. 15).

Заметим, что выражением вида $kc_A c_B$ для скорости химического взаимодействия двух веществ пользовался еще Вильгельми в упомянутой выше работе. А именно, изучая инверсию тростникового сахара

$$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \xrightarrow{\text{кислота}} C_6H_{12}O_6\,(\text{d-глюкоза}) + C_6H_{12}O_6\,(\text{d-фруктоза})$$

при действии различных кислот, Вильгельми нашел, что количество сахара, превращающегося за единицу времени, п р о п о р ц и о н а л ь н о наличному его количеству и количеству кислоты, что им было выражено формулой

$$-\frac{dZ}{dT} = MSZ,$$

где Z — количество сахара в момент времени T, S — количество кислоты и M — постоянная величина, названная Вильгельми «коэффициентом превращения за единицу времени». Найдя экспериментально, что количество кислоты в процессе реакции остается без изменения, путем интегрирования предыдущего уравнения (при постоянном S), Вильгельми получает формулу

$$Z = Z_0 e^{-MST},$$

справедливость которой он проверяет на опыте при различных значениях начальной концентрации сахара, кислоты, а также при различных температурах. При этом он устанавливает определенную зависимость величины M от природы кислоты и от температуры. В частности, Вильгельми показывает, что температурная зависимость этой величины в том интервале температур, в каком он проводил свои опыты (0° — 52° C), достаточно хорошо удовлетворяет выведенной им формуле:

$$M = K\beta^t(1 - \alpha t),$$

где t — температура в градусах Цельсия, α и β — постоянные, независящие от природы кислоты.

Практически одновременно с Гульдбергом и Вааге выражение $kc_A c_B$ для скорости химического взаимодействия двух веществ было получено также английским химиком Эссоном[1]. При этом Эссон исходил из наиболее простого случая, когда в химической реакции участвует одно вещество, полагая, что такой случай может быть реализован при большом избытке всех веществ, с которыми реагирует данное вещество, вследствие чего изменением их концентраций можно пренебречь по сравнению с изменением концентрации этого вещества. Обозначив последнюю буквой y и называя величину $\frac{dy}{dx}$ (x — время, прошедшее от начала реакции) по аналогии с движением математической точки с к о р о с т ь ю х и м и ч е с к о г о п р е в р а щ е н и я, Эссон формулирует основной закон химической реакции: «Скорость химического превращения прямо пропорциональна количеству превращающегося вещества, т. е. $\frac{dy}{dx} = -\alpha y$. Величину α Эссон называет «долей превращающегося на единицу времени вещества».

Переходя, далее, от простой к более сложным реакциям, Эссон ставит вопрос о том, как при этом изменится «основной закон реакции». Рассматривая взаимодействие двух веществ (не находящихся в достаточно большом избытке) и допуская, что скорость превращения каждого из этих веществ (при постоянных или приблизительно постоянных концентрациях всех остальных веществ) должна быть пропорциональной его количеству, Эссон заключает, что в данном случае скорость реакции будет пропорциональна п р о и з в е д е н и ю концентраций реагирующих веществ. Обозначая начальные количества этих веществ (в химических эквивалентах) буквами a и b и число эквивалентов каждого из них, превращающихся к моменту времени x,— буквой z, Эссон получает для рассматриваемого им типа реакции следующее кинетическое уравнение или «основной закон реакции»:

$$\frac{dz}{dx} = n(a - z)(b - z).$$

В наиболее общей форме кинетические законы простых химических реакций были рассмотрены голландским физико-химиком Вант-Гоффом в его работе «Очерки по химической динамике» (1884). Поставив себе задачу «изучить в этой работе прежде всего х о д х и м и ч е с к о г о п р е в р а щ е н и я», Вант-Гофф выдвигает следующий принцип: «Ход химического превращения характеризуется исключительно числом молекул, при взаимодействии которых происходит превращение». На основании этого принципа Вант-Гофф строит «естественную классификацию реакций», вводя термины моно-, би-, три- и многомолекулярная реакция — в зависимости от числа молекул, принимающих участие в реакции. Примером мономолекулярной реакции, изучавшейся Вант-Гоффом, может служить превращение дибромянтарной кислоты ($C_4H_4O_4Br_2$) в бромистоводородную (HBr) и броммалеиновую ($C_4H_3O_4Br$): $C_4H_4O_4Br_2 = HBr + C_4H_3O_4Br$. С целью проверки закона мономолекулярного превращения, выражающегося уравнением

$$-\frac{dC}{dt} = kC,$$

Вант-Гофф интегрирует это уравнение и, определяя из опыта константу k, которую он называет к о н с т а н т о й с к о р о с т и р е а к ц и и,

[1] V. Harcourt a. W. Esson. «Phil. Trans.», 156, 193 (1866).

показывает, что она при всех значениях концентрации дибромянтарной кислоты сохраняет постоянное значение — в соответствии с законом мономолекулярной реакции. Вант-Гофф устанавливает также мономолекулярный закон реакции превращения хлоруксусной кислоты ($C_2H_3ClO_2$) в хлористоводородную (HCl) и гликолевую ($C_2H_4O_3$) кислоты (в водном растворе):

$$C_2H_3ClO_2 + H_2O = C_2H_4O_3 + HCl,$$

изученной им в большом избытке воды.

Бимолекулярный закон реакции, отвечающий кинетическому уравнению

$$-\frac{dC}{dt} = kC^2,$$

Вант-Гофф устанавливает, изучая превращение хлорацетата натрия ($C_2H_2ClO_2Na$) под действием эквимолекулярного количества едкого натра (NaOH) с образованием гликолята натрия ($C_2H_3O_3Na$) и поваренной соли (NaCl), $C_2H_2ClO_2Na + NaOH = C_2H_3O_3Na + NaCl$ (при достаточно малых концентрациях реагирующих веществ).

В результате безуспешных попыток получить экспериментальное доказательство существования три- и четырехмолекулярных реакций, которые можно было ожидать, исходя из стехиометрических уравнений, например из уравнения реакции разложения мышьяковистого водорода (AsH_3):

$$4AsH_3 = As_4 + 6H_2,$$

Вант-Гофф приходит к следующему заключению: «Большинство этих уравнений дает совершенно неправильное представление о механизме превращений и выражает только количественные отношения. Этот механизм оказался исключительно простым,— он почти всегда моно- или бимолекулярный и выражается в данном случае уравнением:

$$AsH_3 = As + 3H».$$

Молекулы же мышьяка (As_4) и водорода (H_2), по Вант-Гоффу, образуются только в результате последующих столкновений атомов. С указанной точки зрения Вант-Гоффом было изучено восемь «тримолекулярных» и три «четырехмолекулярных» реакций, из которых, по его словам, только в одном случае (полимеризация циановой кислоты, $3CNOH = C_3N_3O_3H_3$), «повидимому, осуществляется сложный механизм, которому соответствует уравнение».

Химические реакции, ход которых в соответствии с выдвинутым Вант-Гоффом принципом определяется числом соударяющихся молекул, он называет нормальными. Скорость этих реакций должна выражаться общим кинетическим уравнением

$$-\frac{dC}{dt} = kC^n,$$

причем n чаще всего равняется 1 или 2. Установленные им и другими авторами многочисленные случаи несоответствия измеренных скоростей реакции этой формуле Вант-Гофф приписывал различного рода «возмущающим действиям», искажающим истинный кинетический закон реакции. Согласно Вант-Гоффу, «скорость реакции до такой степени подвергается различным влияниям, что изучение хода превращения сводится главным образом к изучению возмущающих действий». Последние могут быть обусловлены и такими очевидными причинами, как негомогенность смеси реагирующих веществ, выделение тепла в ходе реакции, наличие вторичных превращений и т. п., и причинами, менее поддающимися учету. К числу этих причин относится, в частности, влияние среды, которому Вант-Гофф уделяет особое внимание. Помимо влияния среды тривиального характера

(химическое взаимодействие с растворителем, влияние вязкости раствора на число молекулярных столкновений и т. п.), Вант-Гофф допускает особое «контактное» действие среды, обусловленное только ее присутствием. Доказательство такого действия среды Вант-Гофф видел в обнаруженном Таном (1864 г.) замедлении термического разложения аммиака в присутствии паров воды, в наблюдавшемся немецкими химиками Бунзеном и Роско (1857 г.)[1] уменьшении скорости реакции водорода с хлором в присутствии кислорода, в опытах Н. А. Меншуткина (1882 г.)[2], показавшего, что избыток анилина замедляет его действие на уксусную кислоту, наконец, в собственных опытах, из которых следовало, что образование карбаминовокислого аммония ($CO_2N_2H_6$) из углекислоты и аммиака, $CO_2 + 2NH_3 = CO_2N_2H_6$, ускоряется в присутствии паров воды и замедляется в присутствии паров спирта, и т. д.

В случае газовых реакций в качестве одной из существенных причин возмущающего действия Вант-Гофф отмечает влияние стенок реакционного сосуда. В результате специально поставленных им опытов, имеющих целью исключение возмущающих действий, Вант-Гофф приходит к заключению, что возмущающие действия в изученных им реакциях представляют собою побочный эффект, искажающий нормальный кинетический закон, которому должны следовать эти реакции. Таким образом, всякие отклонения от простых законов Вант-Гофф неправильно рассматривал как результат тех или иных «возмущающих действий», имеющих «вторичное происхождение». Эти ошибочные представления Вант-Гоффа о простом, моно- или бимолекулярном механизме химических реакций в последующем развитии химической кинетики сыграли отрицательную роль.

Исключительно важное значение в развитии учения о химическом процессе имели работы Вант-Гоффа в области термодинамики. Возможность применения принципов термодинамики к химическому равновесию была показана Горстманом (1869 г.)[3], который чисто термодинамическим путем получил соотношение, аналогичное закону действующих масс. Позднее было установлено, что термодинамика дает также точную формулировку условий, определяющих направление химического процесса. Еще в 1867 г. Бертло, развивая представления датского химика Томсена (1854 г.)[4], сформулировал «принцип максимальной работы», согласно которому «всякое химическое изменение, совершающееся без участия посторонней энергии, стремится к образованию веществ или систем, которым отвечает наибольшее выделение тепла». Однако в этой формулировке «принцип максимальной работы» может быть верным только при температуре абсолютного нуля, как на это впервые указал А. Л. Потылицын (1880 г.)[5]. Ошибочность формулировки Бертло заключается в отождествлении максимальной работы реакции с ее тепловым эффектом, что противоречит второму началу термодинамики, согласно которому мерой максимальной работы является не тепловой эффект, а изменение свободной энергии системы: при всех условиях реакция идет в том направлении, в котором свободная энергия системы уменьшается (при постоянной температуре).

К вопросу о направлении обратимых химических реакций Вант-Гофф подходит со стороны химического равновесия. По мысли Вант-Гоффа, «химическое равновесие является той связью, которая соединяет изучение химических превращений с фундаментом столь надежным, как термодинамика».

---

[1] См. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике, стр. 58.
[2] См. там же, стр. 59.
[3] См. там же, стр. 39.
[4] См. там же, стр. 148.
[5] А. Ф. Капустинский. Очерки по истории неорганической и физической химии в России. М.— Л., 1949, стр. 125.

В результате подробного исследования влияния температуры на химическое равновесие Вант-Гофф формулирует свой «принцип подвижного равновесия»: «Любое равновесие между двумя различными состояниями вещества (системами) смещается при понижении температуры в сторону той из систем, при образовании которой выделяется тепло». Этот принцип, являющийся «точным следствием термодинамики», Вант-Гофф противопоставляет принципу максимальной работы Бертло. Принцип подвижного равновесия представляет собою частную формулировку выведенного Вант-Гоффом уравнения изохоры (и изобары) реакции — одного из основных уравнений химической термодинамики.

Из сопоставления уравнения изохоры с определением константы равновесия как отношения констант скорости прямой и обратной реакций Вант-Гофф, далее, получает уравнение для константы скорости реакции в функции от температуры (1884 г.)

$$\frac{d \ln k}{dT} = \frac{A}{T^2} + B,$$

которое он проверяет на опыте. Это выражение шведский физико-химик Аррениус[1] упростил, приведя его к виду $k = k_0 e^{A\frac{T-T_0}{TT_0}}$ (закон Аррениуса), и дал ему правильную интерпретацию на основе кинетической теории. Согласно Аррениусу, в реакцию вступают только «активные молекулы», т. е. молекулы, обладающие некоторым избытком энергии $q=2A$ («энергия активации») и находящиеся в тепловом равновесии с обычными (неактивными) молекулами[2].

Из опыта следовало, что течение химических реакций зависит от многих причин различного характера, в силу чего скорость реакции не может являться абсолютной характеристикой химического сродства, его количественной мерой. Это было ясно уже Н. Н. Бекетову[3], который писал: «Сродством выражаются только те особенные химические свойства, которые в известной степени независимы от внешних условий и вместе с ними определяют направление химического действия». В качестве меры, зависящей только от свойств реагирующих веществ и их термодинамического состояния и, следовательно, лишенной указанных недостатков, Вант-Гофф (в соответствии с «принципом максимальной работы» Бертло) принимает максимальную полезную работу реакции $A = RT\ln K$, мерой которой является изменение свободной энергии системы (а не тепловой эффект реакции, как это ошибочно утверждал Бертло). Несколько раньше Вант-Гоффа аналогичные взгляды были высказаны американским ученым Гиббсом[4] (1875—1878 гг.) в его работе «О равновесии гетерогенных веществ», в которой им была развита теория термодинамических потенциалов, и немецким ученым Гельмгольцем[5] в работе «К термодинамике химических процессов». Идея о том, что мерой химического сродства взаимодействующих веществ является максимальная работа протекающей между ними обратимой реакции, в настоящее время получила всеобщее признание.

[1] S. Arrhenius. «Zs. phys. Chem.», 4, 226 (1889).

[2] Нетрудно видеть, что приведенная выше (стр. 16) экспоненциальная формула Вильгельми является хорошим приближением к закону Аррениуса (при условии, что величина температурного интервала, в котором производятся исследования, достаточно мала по сравнению с абсолютной температурой) и может быть из него получена. Добавим, что аналогичная экспоненциальная формула была предложена также Бертло (см. S. Arrhenius. Ibid.) и бельгийским химиком Спрингом (см. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 384).

[3] Н. Н. Бекетов. Указ. соч.

[4] Дж. У. Гиббс. Термодинамические работы. М., 1950.

[5] H. Helmholtz. Sitzungsber. köngl. preuss. Akad., 22, 825 (1882).

Вместе с тем необходимо подчеркнуть, что эта термодинамическая характеристика химического сродства не дает скорости приближения к равновесию, т. е. того важного свойства химической системы, которое с точки зрения практического осуществления химического процесса не менее существенно, чем определяемая максимальной работой реакции глубина превращения или максимальный («термодинамический») выход целевого продукта. Поэтому, наряду с термодинамической характеристикой сродства химической системы весьма существенное значение имеет кинетическая характеристика ее реакционной способности, мерой которой является скорость химического взаимодействия веществ: обе эти характеристики химической системы, таким образом, взаимно дополняют одна другую.

Само собою разумеется, что понятие химического сродства, так же как и понятие реакционной способности, не являются понятиями абсолютными, характеризующими данное вещество как таковое. Имеет смысл говорить лишь о сродстве данного вещества к какому-либо определенному веществу, а не о сродстве вообще. Точно также имеет смысл реакционная способность данного вещества лишь по отношению к его взаимодействию с каким-либо определенным веществом (и притом к взаимодействию в строго определенных условиях), а не реакционная способность вообще. Относительность понятий химического сродства и реакционной способности должна быть подчеркнута ввиду неоднократно предпринимавшихся попыток представить химические свойства веществ как свойства, присущие данному веществу как таковому.

Различными авторами каждому веществу приписывалась определенная «масса сродства», «сродствоемкость», «коэффициент сродства» и т. п. Этой неверной точки зрения придерживался, в частности, немецкий химик Оствальд[1], который в 1884 г. писал: «Сила химического сродства между кислотой и основанием обусловлена произведением двух факторов, из которых один зависит только от кислоты, другой — только от основания». Эти факторы Оствальд называет «коэффициентами» или «постоянными сродства». И далее: «Всякому телу соответствует по отношению к химическим действиям, им производимым, некоторый численный коэффициент, столь же свойственный и столь же для этого тела характерный, как и частичный его вес». Оствальд также полагал, что «Между силой сродства и скоростью реакции должна существовать тесная связь». По Оствальду, эта связь выражается в том, что «скорости химических реакций должны относиться между собою как квадраты соответствующих им постоянных сродства». Последующее развитие теоретической химии показало, что представление Оствальда и подобные представления о химическом сродстве ошибочны и лишены всякого теоретического основания.

Поскольку термодинамическая и кинетическая характеристики по существу относятся к различным свойствам химической системы, они не обязательно должны приводить к одинаковым результатам при сопоставлении различных химических систем. В частности, ряды сродства, которые, по Вант-Гоффу, характеризуются значениями константы равновесия (ввиду $A = RT\ln K$), отвечающей реакции входящих в состав данного ряда веществ (с одним и тем же реагентом), не обязательно должны совпадать с так называемыми рядами прочности связи или, в более общей форме, с рядами реакционной способности, характеризующимися «удельной скоростью» или константой скорости реакции этих веществ с тем же реагентом.

Такого совпадения можно ожидать лишь в рядах сходных веществ, например гомологов (особенно, если речь идет о сопоставлении качественных характеристик), что действительно часто имеет место. Известны, однако,

[1] В. Оствальд. ЖРФХО, 16, 511 (1884).

случаи, когда совпадение ряда сродства и ряда реакционной способности является также и количественным. Так, шведские химики Бренстед и Педерсен[1] показали, что между константой диссоциационного равновесия (K) различных оснований (константа основности) и константой скорости их взаимодействия с нитрамидом NH_2NO_2 (k) имеет место следующая зависимость: $\ln k = a \ln K + b$. Впоследствии справедливость этого соотношения, обычно называемого соотношением Бренстеда, была установлена на большом числе различных химических систем. Далее, немецкий ученый Полани с сотрудниками[2] нашел, что разность энергий активации реакций различных галоидопроизводных органических веществ (гомологов) с атомом натрия пропорциональна разности тепловых эффектов этих реакций. В этом соотношении количественная характеристика реакционной способности, энергия активации, связывается с одной из количественных характеристик химического сродства — теплотой реакции. Позднее аналогичные соотношения были установлены в работах ряда советских авторов для реакций различных классов[3].

В этих работах соотношение или правило Полани было подвергнуто дальнейшей экспериментальной проверке. Был также проанализирован вопрос о теоретическом обосновании этого правила.

* * *

Кинетические исследования в высшей степени способствовали развитию учения А. М. Бутлерова (1861 г.)[4] о связи между химическими свойствами (реакционной способностью) соединений и их строением, представляющего собою одну из составных частей теории химического строения и логически вытекающего из идеи А. М. Бутлерова о взаимном влиянии атомов в молекуле. Достаточно сказать, что только в результате изучения кинетики и механизма химической реакции может быть получена объективная количественная характеристика реакционной способности участвующих в ней частиц.

Первые систематические количественные исследования связи между реакционной способностью и строением принадлежат Н. А. Меншуткину (1887 г. и сл.)[5] Вант-Гоффу (1884 г.)[6] и Оствальду (1884 г.)[7]. За 95 лет, прошедших с того времени, как А. М. Бутлеровым были сформулированы основные положения его теории, в результате работы многих исследователей химия обогатилась огромным количеством фактов и наблюдений; были установлены многочисленные закономерности и правила, в которых бутлеровское учение о связи между химическими свойствами соединений и их строением получило богатое конкретное содержание.

Первая попытка систематизировать опытный материал, относящийся к зависимости между химическими (а также физическими) свойствами различных соединений и их составом (строением), была предпринята Вант-

[1] J. N. Brönsted u. K. Pedersen. «Zs. phys. Chem.», 108, 185 (1924).
[2] J. Hortiuti u. M. Polanyi. «Acta physicochim. URSS», 2, 505 (1935); M. G. Evans a. M. Polanyi. «Trans. Farad. Soc.», 34, 11 (1938).
[3] Х. С. Багдасарьян. ЖФХ, 23, 1375 (1949); Н. Н. Тихомирова и В. В. Воеводский. ДАН СССР, 79, 993 (1951); Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., Изд-во АН СССР, 1954.
[4] А. М. Бутлеров. Избранные работы по органической химии. М., Изд-во АН СССР, 1951.
[5] См. Н. В. Сапожникова. «Успехи химии», 22, 1016 (1953). Отметим, что Н. А. Меншуткин в течение длительного времени не признавал теории химического строения А. М. Бутлерова.
[6] Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л., 1936.
[7] В. Оствальд. ЖРФХО, 16, 511 (1884).

Гоффом (1900 г.) в его лекциях в Берлинском университете[1]. Рассматривая влияние различных заместителей на химические свойства соединений, Вант-Гофф формулирует следующие качественные закономерности (называемые им основными правилами):

«§ 1. Элементы вносят в сложные производные те химические свойства, которые они обнаруживали в простых двойных соединениях».

«§ 2. Элементы в их соединениях оказывают на другие элементы влияния, которые уменьшаются с увеличением расстояния между атомами и закономерно изменяют первоначальный характер элемента»[2].

«§ 3 Иногда возникают, благодаря группировке элементов, совершенно новые химические свойства, которые до известной степени можно было ожидать, принимая во внимание приведенные в двух предыдущих параграфах правила».

Физические представления, из которых исходил Вант-Гофф в своей трактовке проблемы зависимости между химическими свойствами и строением, выражены в следующих его словах: «... при определении химических свойств элемента важную роль, как резко противоположные признаки, играют положительный или отрицательный его характер» и далее: «Отрицательный элемент обыкновенно обусловливает образование положительных водородных ионов (H^+), т. е. вызывает кислотный характер, или соответственным образом понижает способность образования отрицательных гидроксильных ионов (HO^-), значит до известной степени уничтожает основной характер, если им обладает соединение».

Исходя из этих представлений, Вант-Гофф приписывает положительному элементу — водороду способность понижать кислотный характер соединений и усиливать основной. Проявление этих свойств водорода Вант-Гофф, в частности, видит в преобладании кислотного характера у фенола C_6H_5OH («карболовая кислота») по сравнению с гексиловым спиртом $C_6H_{13}OH$, содержащим большее количество атомов H, в усилении основных свойств при переходе от гидразина N_2H_4 к аммиаку NH_3 и кислотных — при переходе к азотистоводородной кислоте N_3H, и т. д. На ряде примеров Вант-Гофф показывает, что влияние металлов аналогично влиянию водорода.

В противоположность положительным элементам, отрицательные хлор и кислород повышают кислотный характер соединений, что, в частности, явствует из резкого увеличения степени электролитической диссоциации в ряду кислот $CH_3COOH < CH_2ClCOOH < CHCl_2COOH < CCl_3COOH$, из изменения свойств в ряду NH_3, NH_3OH, NO_2H, NO_3H от сильно основных у аммиака NH_3 до сильно кислотных у азотной кислоты NO_3H, и т. п. Во всех случаях, подобных рассмотренным выше, влияние заместителей Вант-Гофф видит в «простой передаче способности к понизации».

Наряду с этим он отмечает влияния, «которые не могут быть объяснены вышеупомянутой точкой зрения и указывают скорее на зависимость от строения». Одним из проявлений влияний этого рода, по Вант-Гоффу, является увеличение способности органических соединений к окислению при введении в них кислорода, что иллюстрируется повышением легкости окисления в ряду $CH_4 < CH_3OH < H_2CO < HCOOH$, а также тем, что «в более сложных

[1] Вант-Гофф. Зависимости между физическими и химическими свойствами и составом. СПб., 1903.
[2] Заметим, что это положение в более общей форме было высказано еще В. В. Марковниковым в его работе «Материалы к вопросу о взаимном влиянии атомов в органических соединениях» (1869). В. В. Марковников писал: «Характер элементов в соединении обусловливается не только элементами, связанными с ними непосредственно, но также и теми, которые удерживаются с ними в одной химической системе только посредством какого-либо многоатомного элемента». Говоря о передаче взаимного влияния, В. В. Марковников писал, что оно «ослабевает по мере удаления элементов друг от друга по цепи химического действия».

производных дальнейшее окисление происходит как раз в наиболее окисленном месте» (например, уксусный альдегид CH_3CHO при окислении дает уксусную кислоту CH_3COOH, а не оксальдегид CH_2OHCHO). Вант-Гофф подчеркивает несовместимость увеличивающейся легкости окисления в приведенном выше ряду CH_4 — HCOOH с повышающейся трудностью хлорирования в ряду CH_4, CH_3Cl, CH_2Cl_2, $CHCl_3$, если во влиянии заместителя видеть только передачу способности к ионизации. Причину действия кислорода в этих и аналогичных случаях Вант-Гофф видит в ослаблении внутримолекулярных связей под влиянием кислорода, особенно сильное вблизи последнего, т. е. в наиболее окисленном месте. Это ослабление связей Вант-Гофф, однако, полагает обусловленным «начинающимся образованием отрицательных ионов». Следовательно, в конечном итоге, как в химических превращениях, связанных с электролитической диссоциацией, так и в превращениях, протекающих по иному механизму, проявляющееся в химических свойствах соединений взаимное влияние атомов Вант-Гофф связывает с их электрическими свойствами.

Мысль о связи между химическими и электрическими свойствами вещества впервые в 1807 г.[1] высказал английский ученый Дэви, который, однако, полагал, что электрические заряды не свойственны частицам вещества и возникают лишь в процессе их химического взаимодействия или сообщаются при химическом разложении веществ гальваническим током. В зависимости от того, на каком из полюсов выделяется то или иное вещество, Дэви различал электроположительные и электроотрицательные вещества.

В противоположность теории Дэви, в возникшей почти одновременно с нею электрохимической теории шведского химика Берцелиуса (1812 г.)[2], по существу являющейся электрической теорией химического сродства, электрические заряды считаются присущими атомам, представляя их основное свойство, обусловливающее химическое взаимодействие атомов[3]. При этом Берцелиус полагал, что противоположные электрические заряды образуют два полюса, один из которых вследствие большего сгущения электричества является более сильным, что и обусловливает электроположительные или электроотрицательные свойства элементов. Все химические элементы Берцелиус расположил в следующий электрохимический ряд, начинающийся с наиболее электроотрицательного элемента — кислорода и заканчивающийся наиболее электроположительным — калием.

O, S, N, F, Cl, Br, J, Sc, P, As, Cr, B, C, Sb, Te, Si, H, Au, Pt, Hg, Ag, Cu, Bi, Sn, Pb, Cd, Co, Ni, Fe, Zn, Mn, Al, Mg, Ca, Sr, Ba, Li, Na, K.

В аналогичные электрохимические ряды Берцелиус расположил и химические соединения, образованные двумя или несколькими различными элементами. Так, кислоты, по Берцелиусу, представляющие собою соединения элементов с кислородом, относятся к наиболее электроотрицательным соединениям, основания — к электроположительным.

Степень химического сродства в электрохимической теории Берцелиуса определяется электрической полярностью атома и ее «напряжением» и зависит от условий протекания реакции. Так, увеличение химического сродства с повышением температуры, проявляющееся в усилении химического взаимодействия, объясняется усилением напряжения полярности при нагревании тел. Вытеснение одних веществ другими обусловлено различием их полярностей.

[1] См. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 114.
[2] См. там же, стр. 117.
[3] Мысль о наличии в атомах электрических зарядов высказывалась также французским ученым Ампером (1825) (см. Н. А. Меншуткин. Указ. соч., стр. 116), который считал, что оболочка атома имеет заряд, противоположный заряду его средней части; например, атом H имеет положительный заряд, а его оболочка — отрицательный.

Отдельные представления теории Берцелиуса в более или менее модифицированном виде сохранились в химии до наших дней и получили экспериментальное и теоретическое обоснование. Так, идея о полярности атомов элементов и химических соединений нашла свое новое выражение в исследованиях, посвященных измерениям дипольных электрических моментов молекул, открытых уже в XX в. Изложенные выше представления Вант-Гоффа о ионном механизме химических реакций непосредственно вытекают из идеи Берцелиуса о химической реакции как процессе нейтрализации противоположных полярностей и представляют собой тот предельный случай, когда обе полярности существуют раздельно в виде свободных ионов противоположного знака. Заметим, что представление о существовании свободных ионов в растворах электролитов непосредственно следовало из теории электролитической диссоциации Аррениуса (1887 г.)[1].

Как это явствует из предыдущего, представления Вант-Гоффа об ионном механизме химических реакций в равной мере относятся к неорганическим и органическим веществам. Вопрос об ионном механизме органических реакций впервые наиболее четко был поставлен немецким химиком Лотаром Мейером[2] в его «Основах теоретической химии» (1890 г.) в связи с реакцией нитрования бензола. С тех пор был накоплен большой опытный материал, в количественной форме подтверждающий ионный характер механизма многих реакций, протекающих в водных и неводных растворах. Сюда, в частности, относится установленный во многих случаях параллелизм между скоростью реакции и электропроводностью раствора или между скоростью реакции и диэлектрической постоянной растворителя, параллелизм между каталитическим действием кислот и их константой диссоциации и т. д. Ионный механизм многих реакций был установлен также с помощью методики изотопного обмена.

На основе периодического закона Д. И. Менделеева и электронной теории электрическая теория химического сродства Берцелиуса возродилась в форме новых, электронных представлений. Эти представления нашли свое выражение в теоретических взглядах немецких химиков Абегга и Бодлендера[3], которые ввели в химию понятие электросродства и понятие положительной и отрицательной электровалентности, и в том развитии, которое эти взгляды получили в работах английского физика Дж. Дж. Томсона[4], немецкого физика Косселя[5] и др. Представление о химической реакции как о процессе, обусловленном переходом и перераспределением в реагирующей системе электронов, было высказано также Л. В. Писаржевским (1914 г.) в его «Лекциях по физической химии»[6]. Согласно представлениям Л. В. Писаржевского, прочно вошедшим в химию, окислительные процессы связаны с отдачей электрона, а восстановительные — с присоединением электрона.

На основе электронных представлений получили истолкование многочисленные факты, относящиеся к влиянию природы и полярности различных заместителей на реакционную способность химических систем. Механизм взаимного влияния атомов и групп атомов в молекулах получил

[1] S. Arrhenius. «Zs. phys. Chem.», 1, 631 (1887).
[2] См. В. Хюккель. Теоретические основы органической химии, т. 2, ОНТИ, 1934.
[3] R. Abegg u. G. Bodländer. «Zs. anorg. Chem.», 20, 453(1899); R. Abegg. Ibid., 39, 330 (1904).
[4] J. J. Thomson. «Phil. Mag.», 27, 757 (1914).
[5] См. М. В. Кирничева. ЖРФХО, 48, 265 (1916).
[6] Л. В. Писаржевский и М. А. Розенберг. Электрон в химии растворов и в электрохимии. Харьков, 1923; см. также А. М. Беркенгейм. Основы теоретической химии. М., 1914.

наглядное объяснение на основе представления об «электронных смещениях». Это представление впервые было введено в химию Оствальдом (1892 г.)[1], который полагал, что, например, отрицательный заместитель притягивает к себе электроны, как это указано стрелками в следующем примере монохлоруксусной кислоты:

$$Cl^- \leftarrow CH_2 \leftarrow C(=O) \leftarrow O \leftarrow H^+,$$

в результате чего увеличивается «степень протонизации» гидроксильного водорода и, следовательно, легкость его отщепления в виде иона H^+. Следует упомянуть также работы А. М. Беркенгейма[2], которым было дано истолкование многочисленных правил и закономерностей органической химии на основе электронных представлений. Дальнейшее развитие электронные представления в химии получили в работах американских ученых Джильберта Льюиса[3] и Лангмюра[4], распространивших электронные представления на ковалентные (гомеополярные) химические связи, в работах Дж. Дж. Томсона, Полинга, Форлендера, Ингольда, А. Н. Фрумкина и др. Эти представления в дальнейшем привели, в частности, к концепции об электронодонорной (нуклеофильной) и электроноакцепторной (электрофильной) реакционной способности соединений, полностью сохранившей свое значение и успешно развивающейся в наши дни на основе квантовомеханической теории химической связи.

На основе квантовой теории атома в современной электрохимии получили уточнение и обоснование электрохимические ряды Берцелиуса.

Представления о ионном механизме химических реакций, об электронных переходах и электронных смещениях не охватывают всего многообразия химических превращений вещества. Наряду с ионными или гетеролитическими процессами существуют гомолитические процессы, обусловленные разрывом и замыканием химических связей без (предварительной или одновременной) ионизации реагирующих частиц. Ряд особенностей химических систем, в частности зависимость реакционной способности от природы реагентов и условий протекания реакции, указывает на то, что оба эти типа химических процессов могут осуществляться даже в случае соединений близкого химического строения. Так, немонотонное изменение подвижности хлора в различных производных метана при переходе от электроположительных к электроотрицательным заместителям Б. В. Тронов[5] связывает с двумя типами распада молекулы RX: ионным распадом $RX \rightarrow R^+ + X^-$ (характерным для галоидоводородов HX) и распадом на нейтральные части $RX \rightarrow R + X$ (характерным для молекул галоидов X_2).

Представление о двух типах химических превращений дает объяснение многочисленным случаям «нарушений» различных правил и закономерностей, установленных для определенных условий протекания реакции или для определенного класса реагентов. Так, нередки случаи нарушения правила Марковникова, когда галоидоводород присоединяется к олефину не в том порядке, какой следует из этого правила[6]. В частности, Караш

[1] См. В. Хюккель. Теоретические основы органической химии, стр. 286.

[2] А. М. Беркенгейм. Основы электронной теории органических соединений. М., 1917.

[3] G. N. Lewis. «J. Amer. Chem. Soc.», 38, 762 (1916); «Valence and the structure of atoms and molecules». N. Y., 1923.

[4] J. Langmuir. «J. Amer. Chem. Soc.», 41, 868, 1543 (1919).

[5] Б. В. Тронов. «Труды IV Менделеевского съезда», 1925, стр. 161.

[6] Правило Марковникова, сформулированное им в результате обобщения обширного опытного материала, гласит: «При присоединении галоидоводорода к олефину галоид присоединяется к наименее гидрогенизированному атому углерода, а водород — к наиболее гидрогенизированному».

(1934 г. и сл.)[1] отмечает нарушение правила Марковникова при проведении реакции в присутствии перекисей. Это правило нарушается также при высоких температурах, на что указывал сам В. В. Марковников. Согласно современным представлениям, реакции, идущие по правилу Марковникова, являются гетеролитическими, и направление реакции в этом случае определяется распределением электронной плотности в молекуле олефина. В реакциях же, идущих с нарушением правила Марковникова, участвуют нейтральные частицы (гомолитические реакции).

Существование гомолитических реакций наряду с недостаточностью электростатических представлений и понятий представляет собою одно из проявлений гомеополярной химической связи, отличной от ионной — гетерополярной связи. Соотношение и природа этих связей были выяснены только в двадцатых годах XX в. в результате развития физики атома и молекулы на основе квантовой механики. Возникшая на этой основе квантовая химия вскрыла сущность химической активации. Была создана теория элементарного химического акта и разработаны теоретические методы трактовки простых моно-, би- и тримолекулярных реакций. Были также разработаны приближенные квантово-механические методы расчета молекул, позволяющие предвычислить (в известных пределах точности) различные физические и химические свойства молекул. С помощью этих методов была, в частности, выяснена природа сопряженных связей и химические особенности сопряженных систем[2]; была вскрыта сущность эффекта альтернирования[3], объяснение которого на основе старых электростатических теорий индуцированных альтернирующих полярностей[4] было неудовлетворительным; было создано представление о «степени насыщенности» атомов в молекуле, являющееся необходимым существенным дополнением представления об электростатической полярности, и многое другое. Все эти достижения квантовой химии представляют собою ее основной вклад в учение о химическом процессе.

СЛОЖНЫЕ ХИМИЧЕСКИЕ РЕАКЦИИ

Второе направление развития химической кинетики связано с изучением сложных химических реакций, в большинстве своем протекающих в жидкой среде. Недостатком представлений, лежащих в основе рассмотренного выше первого направления, по словам Н. Н. Семенова, является то, что здесь «акт химической реакции рассматривался как непосредственный прямой переход исходных веществ в конечные». Уже Вант-Гофф заметил частое несоответствие истинного (наблюдаемого) порядка реакции и ее стехиометрического порядка, получающегося из закона действующих масс. Это несоответствие он неправильно трактовал как указание на простой механизм изучавшихся им реакций. Закону действующих масс противоречило также наличие начального ускорения, установленного для ряда изотермических реакций. Как и прочим «возмущающим действиям», явлению начального ускорения, которое впоследствии было использовано в качестве одного из критериев (признаков) сложного механизма реакции, Вант-Гофф придавал значение побочного эффекта.

Явление начального ускорения (или химической индукции) заключается в том, что очень часто скорость реакции в течение некоторого более или

[1] См. К. Бейли. Торможение химических реакций, М.—Л., 1940.

[2] Сопряженными связями называются кратные связи, разделенные простой химической связью, например, $H_2C{=}CH{-}CH{=}CH_2$.

[3] Эффект альтернирования выражается в различной вероятности замещения в орто-, пара- и метаположения в случае реакций монозамещенных бензола с различными реагентами.

[4] См. В. Хюккель. Теоретические основы органической химии, стр. 262.

менее продолжительного начального периода непрерывно увеличивается, достигая в конце этого периода своего максимального значения. Изучая ряд таких реакций, Вант-Гофф пришел к неправильному заключению, что начальное ускорение имеет вторичное происхождение и что наличие этого явления указывает лишь на «упущение каких-либо мер предосторожности».

Если не касаться давно известных весьма многочисленных случаев, когда причиной начального ускорения являлось тепло, выделяющееся в ходе реакции, то к числу наиболее ранних случаев наблюдения начального ускорения, повидимому, нужно отнести случаи, относящиеся к реакциям растворения металлов в кислотах. Первые такие случаи были описаны французскими химиками Де ля Ривом (1830 г.) и Миллоном (1842 г.)[1]. Последний, в частности, нашел, что эффект ускорения при растворении металлов в азотной кислоте HNO_3 обусловлен действием азотистой кислоты HNO_2, образующейся в ходе реакции. Явление начального ускорения наблюдал также американский химик Дрепер (1845 г.)[2] в реакции хлора с водородом, идущей под действием света. Это явление было подробно изучено на той же реакции Бунзеном и Роско (1851 г.)[3], которые и ввели термин «химическая индукция». В одном из опытов они нашли, что количество хлористого водорода, образовавшегося за восьмую минуту, в десять раз превышает количество, образовавшееся за первую минуту.

Начальное ускорение Бунзен и Роско наблюдали также при действии брома на виннокаменную кислоту $\begin{matrix}\text{COOH}\\|\\\text{CHOH}\\|\\\text{CHOH}\\|\\\text{COOH}\end{matrix}$, осуществляющемся без участия света. Причину этого явления Бунзен и Роско связывали с природой химического сродства.

Позднее различными авторами начальное ускорение было обнаружено на большом числе реакций. Из этих работ отметим работы немецкого химика Кесслера (1853—1863 г.)[4], изучавшего некоторые окислительные реакции. В трактовке этих реакций Кесслер исходил из представления, что явление химической индукции обусловлено наличием двух реакций: одной — O_β (окислитель) + R_β (восстановитель), имеющей в условиях опыта ничтожную скорость, и другой — O_α (окислитель) + R_α (восстановитель), протекающей с значительной скоростью и своим течением ускоряющей медленную реакцию. (При этом, если $O_\alpha = O_\beta$, то индуцируется окисление; если $R_\alpha = R_\beta$ — индуцируется восстановление). Причину индукции Кесслер видел не в простом присутствии в системе вещества R_α (или O_α), которое он назвал индуктором, а в результате его химического взаимодействия с веществом O_α (или R_α).

Отметим, далее, работу Бертло и Пеан де Сен-Жиля (1862 г.)[5], которые обнаружили явление химической индукции (или, как они назвали его, явление «начального ускорения») при исследовании реакции этерификации, и работы Н. А. Меншуткина (1882 г.)[6], наблюдавшего начальное ускорение при образовании ацетанилида $C_6H_5NHCOCH_3$ и при разложении третичного амилацетата $CH_3COOC_5H_{11}$. По поводу явления начального ускорения Бертло и Пеан де Сен-Жиль писали: «Для того чтобы понять начальное ускорение, необходимо допустить наличие некоторой инерции, некоторого сопротивления, которое нужно преодолеть и которое замедляет реакцию в первые

[1] См. G. Woker. Die Katalise. 1. Die chem. Analyse, B. XI, XII, 1910, S. 241.
[2] См. Н. Шилов. О сопряженных реакциях окисления. М., 1905, стр. 2.
[3] См. там же.
[4] F. Kessler. «Ann. Phys. Chem.», 29, 218 (1863).
[5] См. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике, стр. 82.
[6] См. там же, стр. 83.

моменты». Из работ этого периода укажем еще работу Гаркура и Эссона[1], в которой было обнаружено начальное ускорение при исследовании реакции марганцевокислого калия ($K_2Mn_2O_8$) с щавелевой кислотой ($H_2C_2O_4$) в присутствии серной кислоты (H_2SO_4) и сернокислого марганца ($MnSO_4$). В результате своих опытов авторы пришли к заключению, что эта реакция протекает в следующие две стадии.

1) $K_2Mn_2O_8 + 3MnSO_4 + 2H_2O = K_2SO_4 + 2H_2SO_4 + 5MnO_2$,
2) $MnO_2 + H_2SO_4 + H_2C_2O_4 = MnSO_4 + 2H_2O + 2CO_2$.

В связи с этой реакцией Эссон (1866 г.) рассмотрел различные случаи параллельных и последовательных реакций, в частности случай, когда вещество A превращается в вещество B, которое в свою очередь взаимодействует с веществом C. В этом случае Эссон получает следующие кинетические уравнения (начальные концентрации веществ A и C считаются равными):

$$\frac{du}{dx} = -\beta u,$$

$$\frac{dv}{dx} = -\alpha v(u+v) + \beta u,$$

где β и α — удельные скорости соответственно процессов, $A \to B$ и $B + C \to \ldots$, u и v — числа эквивалентов A и B в момент времени x. Вещество A в изучавшейся реакции, очевидно, соответствует марганцевокислому калию, B — закиси марганца (MnO_2) и C — щавелевой кислоте. Представление о том, что закись марганца является тем промежуточным веществом, которое обусловливает своеобразное течение химического процесса (начальное ускорение), хорошо согласуется с данными других авторов, которыми было установлено ускоряющее действие закиси марганца во многих реакциях.

Нетрудно видеть, что наличие начального ускорения в рассматриваемой реакции непосредственно следует из кинетических уравнений Эссона (в начальный момент скорость реакции $w = \alpha v(u+v)$, ввиду $v = 0$, равна нулю и в некоторый момент времени достигает максимального значения $w_{\text{макс}} = \frac{\beta}{2}u$). Находя путем интегрирования этих уравнений концентрации в функции времени и сопоставляя их с данными опыта, Эссон констатирует удовлетворительное согласие тех и других и вычисляет значения эффективных констант α и β.

Впоследствии реакции, подобные изученной Гаркуром и Эссоном, Оствальдом (1900 г.)[2] были названы сопряженными. Оствальдом же было дано и наиболее точное определение сопряжения как совместного протекания двух химических процессов, первичного (быстрого) и вторичного (медленного), причем последний (вторичный процесс) обусловлен образованием в первичном процессе промежуточного вещества, служащего связующим звеном между обоими процессами[3].

Представление о промежуточных веществах впервые было введено в химию при изучении каталитических процессов. Еще в 1794 г. английский химик мисс Фульгем[4] высказала мысль о том, что вода принимает непосредственное участие в химических превращениях, происходящих в водных растворах. Согласно представлениям Фульгем, действие воды состоит в том, что она потребляется в промежуточной реакции и образуется вновь, участвуя таким образом в образовании промежуточного

[1] V. Harcourt a. W. Esson. «Phil. Trans.», 156, 193 (1866).
[2] См. Н. Шилов. О сопряженных реакциях окисления. М., 1905, стр. 1.
[3] Заметим, что существованием сопряженных реакций опровергается так называемый принцип сосуществования реакций, согласно которому при одновременном протекании нескольких реакций течение каждой из них всегда происходит независимо от других.
[4] См. G. Woker. Die Katalyse..., S. 38.

соединения, возникающего в ходе реакции[1]. Мысль об образовании промежуточных веществ в ходе химического процесса была также высказана французскими химиками Клеманом и Дезормом (1806 г.)[2] в связи с изучавшимся ими действием окиси азота NO на окисление сернистого газа SO_2. В основе представлений Клемана и Дезорма лежит идея о чередующихся окислительных и восстановительных процессах. Они полагали, что окись азота заимствует кислород из атмосферного воздуха и передает его сернистому газу, превращаясь обратно в окись азота, которая снова окисляется воздухом и снова передает кислород сернистому газу[3]. В связи с той же реакцией аналогичные представления позднее высказывались рядом авторов. Например, согласно Дэви (1812 г.)[4], образование серной кислоты под действием окислов азота протекает в следующие три стадии.

1) $2SO_2 + 3NO_2 + H_2O = 2HNSO_5 + NO$;

1) $2HNSO_5 + H_2O = 2H_2SO_4 + NO_2 + NO$;

3) $2NO + O_2 = 2NO$[5].

Таким образом, в механизме Дэви в качестве промежуточного вещества фигурирует нитрозилсерная кислота $HNOSO_4$. Механизм рассматриваемой реакции, близкий к механизму Клемана — Дезорма, был предложен Берцелиусом в 1835[5] г.:

1) $SO_2 + N_2O_3 + H_2O = H_2SO_4 + 2NO$; 2) $2NO + O = N_2O_3$.

Укажем еще, что, согласно Вильямсону (1851 г.)[6], при образовании эфира из этилового спирта C_2H_5OH под действием серной кислоты H_2SO_4 в качестве промежуточного вещества образуется этилсерная кислота $C_2H_5HSO_4$, а именно: при взаимодействии спирта с серной кислотой сначала образуются этилсерная кислота и вода, затем — эфир $(C_2H_5)_2O$ и серная кислота. Заметим, что на значение промежуточных реакций для этого именно процесса указывал еще немецкий химик Либих (1834 г.)[7], который действие серной кислоты трактовал как «передачу реакционной способности».

Рассмотренные выше реакции имеют все черты, характерные для сопряженных реакций: наличие быстро протекающих и медленных (или не идущих совсем в отсутствие индуктора) стадий, образование промежуточного вещества в качестве связующего звена между обеими стадиями. От обычных сопряженных реакций эти реакции отличаются лишь тем, что в процессе реакции индуктор не расходуется.

В большинстве своем сопряженные реакции являются окислительными. К числу этих реакций, в частности, относятся многочисленные реакции, сопровождающиеся образованием активного кислорода. Изучение активного кислорода началось с опытов швейцарского химика Шенбейна (1844 — 1845 гг.)[8], наблюдавшего образование озона при окислении фосфора, а также при медленном окислении эфира, спирта и других веществ. Первичной реакцией в этих случаях является окисление фосфора, эфира или спирта, в результате которой получается активное промежуточное вещество — озон, обнаруживаемый по вторичной реакции его с каким-либо реактивом

[1] Заметим, что действие, подобное предполагаемому здесь действию воды, впоследствии получило название каталитического. Термин «катализ» был введен Берцелиусом (см. там же, стр. 45) в 1835 г.

[2] См. G. Woker. Die Katalyse..., S. 117.

[3] Впоследствии для такого рода процессов Оствальдом и Федерлином (1902) был введен термин «переносный катализ». См. G. Woker. Die Katalyse..., S. 222.

[4] Там же, стр. 120.

[5] Там же.

[6] Там же, стр. 117.

[7] См. G. Woker. Die Katalyse..., S. 118.

[8] См. Н. Шилов. О сопряженных реакциях окисления. М., 1905, стр. 20—22.

(акцептором — по терминологии Энглера), например с KJ (выделение J_2) или с индиго (обесцвечивание). Количественные опыты Шенбейна (1852 г.) показали, что на каждые два атома окислившегося фосфора образуется один атом активного кислорода. Этот результат впоследствии был подтвержден Вант-Гоффом (1895 г.)[1].

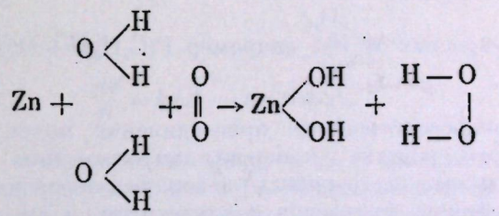
Активный кислород в форме перекиси водорода H_2O_2 был обнаружен Шенбейном также при окислении свинцовой амальгамы (1864 г.); при этом оказалось, что на образование продукта окисления свинца и перекиси водорода идет одинаковое количество кислорода. Аналогичный результат был получен также учеником Вант-Гоффа Иориссеном (1897 г.)[2], изучавшим реакции:

$$\left.\begin{matrix} P(C_2H_5)_3 + O_2 \\ \text{Индиго} + O_2 \end{matrix}\right\}, \quad \begin{matrix} C_6H_5CHO + O_2 \\ \text{Индиго} + O_2 \end{matrix} \quad \text{и} \quad \begin{matrix} 2SO_2 + O_2 = 2SO_3 \\ As_2O_3 + O_2 = As_2O_5 \end{matrix}.$$

Иориссен нашел, что кислород распределяется поровну между индуктором (фосфин, бензальдегид, сернистая кислота) и акцептором (индиго, мышьяковистая кислота).

Не останавливаясь на других, весьма многочисленных исследованиях активного кислорода, рассмотрим вкратце некоторые теоретические представления, высказывавшиеся различными авторами в связи с вопросом о формах активного кислорода и подробно разобранные Н. А. Шиловым в его диссертации «О сопряженных реакциях окисления» (1905 г.). Первыми по времени теориями активного кислорода были теория Шенбейна (1858 г.)[3] и близкая к ней теория немецкого физика Клаузиуса (1858 г.)[4]. Общим для этих теорий является представление о двух формах кислорода противоположной полярности; одна из этих форм соединяется с восстановителем, другая же—с кислородом или с молекулой воды, давая соответственно озон O_3 или перекись водорода H_2O_2. Некоторой модификацией этих теорий явилась теория Вант-Гоффа (1895 г.)[5], согласно которой в процессе окисления молекула кислорода O_2 диссоциирует на ионы O^- и O^+. Все эти теории были несостоятельны.

В противоположность этим теориям другие теории активного кислорода исходят из представления, впервые высказанного Траубе (1882 г.)[6], согласно которому в первой стадии окислительного процесса связь между атомами кислорода в молекуле O_2 не разрывается. В теории Траубе принимается, что первичным продуктом окисления в водной среде является перекись водорода. Так, первичный процесс при окислении цинка, по Траубе, может быть представлен следующей схемой.



Сопоставляя теорию Траубе с различными опытными данными, Н. А. Шилов приходит к заключению, что эта теория не может обнять собою всех известных случаев активирования кислорода, но она вполне удовлетворительно объясняет образование перекиси водорода при аутоокисдациях в водной

[1] См. Н. Шилов. О сопряженных реакциях окисления. М., 1905, стр. 23.

[2] См. там же. стр. 24.

[3] См. там же, стр. 28.

[4] См. там же, стр. 30.

[5] См. там же, стр. 32.

[6] См. там же, стр. 36—44.

среде». Близкое сходство с теорией Траубе имеет теория немецкого химика Габера (1900 г.)[1], в которой также принимается, что перекись водорода возникает в качестве первичного продукта окисления. Однако, в отличие от Траубе, Габер считал, что первичный процесс ограничен обратимой реакцией окисления акцептора:

$$C\,(\text{акцептор}) + H_2O + O_2 \rightleftarrows CO\,(\text{окисленный акцептор}) + H_2O_2,$$

и роль индуктора заключается в удалении перекиси водорода:

$$B\,\text{индуктор}) + H_2O_2 \rightarrow BO\,(\text{окисленный индуктор}) + H_2O,$$

в результате чего акцептор и вовлекается в реакцию. По мнению Н. А. Шилова, теория Габера является существенным дополнением теории Траубе и так же, как последняя, применима к процессам окисления в водной среде.

Несомненно более общее значение имеет теория пероксидов, сформулированная А. Н. Бахом (1897 г.) и независимо от него немецким химиком Энглером (1897 г.)[2]. Эта теория охватывает окислительные реакции, происходящие как в водной среде, так и в сухом кислороде.

В основе этой теории лежит высказанное еще Шенбейном (1859 г.)[2] представление об образовании пероксидов, т. е. соединений типа $M\langle{}^{O}_{O}|$, при окислении молекулярным кислородом. То, что активный кислород связан химически в пероксиде, следовало уже из опытов Бертло (1860 г.)[3], который показал, что из частично окисленного терпентина током инертного газа можно удалить только пассивный кислород. Согласно позднейшим опытам (Кингцетт, 1873 г.; Энглер, 1898 г.), в данном случае речь идет о пероксиде $C_{10}H_{14}O_4$. По А. Н. Баху и Энглеру, пероксиды одного и того же вещества могут иметь различное строение. Так, при окислении бензальдегида C_6H_5CHO образуется неустойчивый пероксид $H_5C_6-HC\langle{}^{O}_{O}\rangle O$, который изомеризуется в гидроперекись бензоила $H_5C_6C\langle{}^{O-OH}_{O}$. В соответствии с этим все пероксиды Энглер делит на следующие два вида.

1. Пероксиды строения $M\langle{}^{O}_{O}|$, например $P(C_2H_5)_3 + O_2 \rightarrow P(C_2H_5)_3$ (O—O), образующиеся путем непосредственного присоединения молекулы кислорода по месту ненасыщенного сродства; к пероксидам этого типа он относит пероксиды щелочных металлов, перекись водорода, пероксиды, образующиеся при окислении олефинов, фульвенов и альдегидов, и др.

2) Пероксиды, образующиеся путем внедрения молекулы O_2 в молекулу индуктора, например $Zn(C_2H_5)_2 + O_2 \rightarrow H_5C_2-Zn-O-O-C_2H_5$; к этому виду пероксидов, по Энглеру, относятся пероксиды цинкэтила, сернистокислого натрия Na_2SO_3 и замещенных гидроксиламинов. Добавим, что, по мнению Габера (1900—1901 гг.)[4], пероксиды образуются только в безводной

[1] См. Н. Шилов. Указ. соч., стр. 45.
[2] См. там же, стр. 54.
[3] См. там же, стр. 55.
[4] См. там же, стр. 64.

среде. В водном же растворе при участии молекул воды осуществляется процесс, отвечающий схеме Траубе, приводящий к образованию перекиси водорода, например $C_6H_5CHO + O_2 + H_2O = C_6H_5COOH + H_2O_2$.

К сопряженным реакциям относятся также реакции, называемые автокаталитическими или самоиндуктивными, в которых индуктором является один из продуктов реакции. Накопление последних в ходе реакции и обусловливает характерное для этих реакций начальное ускорение. К числу реакций этого типа относится открытая одной из первых реакция брома с молочным сахаром $C_{12}H_{22}O_{11}\cdot H_2O$, изученная немецким химиком Байером (1857 г.)[1], который показал, что ускоряющее действие в этом случае принадлежит именно продуктам реакции (по предположению Н. А. Шилова, бромистому водороду).

Другим примером самоиндуктивной реакции является изученная Н. А. Меншуткиным (1882 г.)[2] реакция разложения третичного амилацетата:

$$H_3C-C\langle{}^{O}_{O-C_5H_{11}} + H_2O \rightarrow H_3C-C\langle{}^{O}_{OH}\ (\text{уксусная кислота}) + H_{11}C_5-OH.$$

Как было позднее показано Д. П. Коноваловым (1887 г.)[3], ускоряющее действие в этой реакции обусловлено уксусной кислотой. Для скорости этой реакции Д. П. Коноваловым было получено выражение, которое может быть написано в следующем виде:

$$\frac{dx}{dt} = K(1-x)(x+x_0),$$

где x — относительное количество разложившегося эфира и x_0 — начальная концентрация уксусной кислоты, выраженная в эквивалентных единицах концентрации.

Аналогичная формула ранее была получена Оствальдом (1883 г.)[4] для реакции омыления уксуснометилового эфира (CH_3COOCH_3):

$$H_3C-C\langle{}^{O}_{O-CH_3} + H_2O \rightarrow H_3C-C\langle{}^{O}_{OH} + H_3C-OH,$$

$$\frac{dx}{dt} = k(A-x)(B+x),$$

где A — начальная концентрация эфира и B — начальная концентрация заранее прибавленной уксусной кислоты. Формула, выражающая скорость самоиндуктивной реакции, была получена Оствальдом также теоретическим путем («Курс общей химии», 1887 г.). А именно, допуская, что реакция идет двумя независимыми путями: путем мономолекулярного превращения исходного вещества, идущего со скоростью $k_1(A-x)$, где k_1 — константа скорости, A — начальная концентрация исходного вещества и x — концентрация продукта реакции, а также путем взаимодействия исходного вещества с про-

[1] См. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л., 1936, стр. 82.
[2] См. там же, стр. 59.
[3] См. Н. Шилов. Указ. соч., стр. 218.
[4] См. там же, стр. 219.

дуктом реакции, скорость которого равна величине $k_2x(A-x)$,— в результате суммирования скоростей обоих процессов Оствальд получает формулу

$$\frac{dx}{dt} = (k_1 + k_2x)(A - x),$$

тождественную с предыдущей эмпирической формулой.

Близкую к этой формулу получает также Н. А. Шилов (1905 г.) для скорости изученной им реакции

$$2HBrO_3 + 3As_2O_3 = 3As_2O_5 + 2HBr.$$

Допуская, что эта реакция осуществляется в три последовательные стадии, две из которых протекают мгновенно, и, следовательно, суммарная скорость реакции определяется скоростью наиболее медленной третьей стадии, представляющей собою бимолекулярный процесс $HBrO_3 + HBr = HBrO_2 + HBrO$, Н. А. Шилов получает

$$-\frac{dC_{HBrO_3}}{dt} = kC_{HBr}C_{HBrO_3}, \text{ т. е. } \frac{dx}{dt} = kx(A-x),$$

где x — концентрация HBr и A — начальная концентрация бромноватой кислоты. При наличии заранее добавленной HBr (B) эта формула переходит в формулу Оствальда—Коновалова

$$\frac{dx}{dt} = k(B + x)(A - x).$$

Первая попытка систематизации и теоретического рассмотрения окислительно-восстановительных реакций была предпринята В. А. Кистяковским (1894 г.)[1]. Исходя из представлений Вант-Гоффа о моно- и бимолекулярном механизме простых реакций и рассматривая скорость сложного химического процесса как алгебраическую сумму скоростей отдельных элементарных реакций, В. А. Кистяковский показывает, что в большом числе случаев кинетическое уравнение сложного процесса представляет собою один из частных случаев общего уравнения вида

$$\frac{dx}{dt} = A + Bx + Cx^2.$$

В частности, нетрудно видеть, что приведенное выше уравнение автокатализа сводится к уравнению этого вида[2].

Далее В. А. Кистяковский дает кинетическую классификацию сложных процессов, которые, по его терминологии, могут быть «процессами параллельных реакций», «процессами последовательных реакций» и «процессами противоположных реакций» (или «процессами, ограниченными пределом»).

Попытка систематизации сопряженных окислительно-восстановительных реакций на основе оствальдовского механизма сопряжения (см. стр. 29) была сделана немецким химиком Лютером и Н. А. Шиловым (1903 г.)[3]. Относящийся сюда материал получил дальнейшее обобщение в упоминавшейся уже ранее диссертации Н. А. Шилова. В этих работах рассматриваются сопряженные реакции, протекающие по следующей схеме: вещества A и B взаимодействуют между собою независимо от наличия или отсутствия третьего вещества (первичный процесс A+B); вещества A и C практически не взаимодействуют между собою (вторичный, или индуцированный, процесс A+C); в системе A + B + C имеет место взаимодействие как между A и B, так и между A и C. Вовлечение вещества C в реакцию обусловлено образованием промежуточных веществ или же каталитическим действием индуктора (B). Классификация сопряженных реакций исходит из представления о различных возможных конкретных схемах индуцирующего действия, обусловленного специфической природой трех основных составных частей химической системы: актора (A), индуктора (B) и акцептора (C). Вводится также важное для теории индукционного эффекта понятие фактора индукции, выражающегося отношением количества актора, израсходованного на реакцию с акцептором, к количеству актора, израсходованному на реакцию с индуктором.

По Лютеру и Н. А. Шилову, в случае сопряжения, обусловленного образованием промежуточного вещества, фактор индукции при увеличении отношения концентрации акцептора к концентрации индуктора стремится к некоторому предельному значению, выражающемуся небольшим целым или дробным числом; в случае же каталитического действия индуктора фактор индукции может достигать сколь угодно больших значений.

В результате критического рассмотрения всего имевшегося в то время, сравнительно уже обширного материала по сопряженным окислительно-восстановительным реакциям Лютер и Н. А. Шилов приходят к заключению о недостаточности этого материала и о необходимости количественного изучения химических реакций с целью установления их механизма, в чем они видят первоочередную задачу химической кинетики.

В связи с этим следует упомянуть кинетические исследования Е. И. Орлова (1913 г.)[1], на основании которых он приходит к заключению, что «Несмотря на все внешнее разнообразие реакций, все приводимые в книге случаи (речь идет о диссертации Н. А. Шилова.— *В. К.*) окисления и раскисления суть химические процессы первого и второго порядка».

Дальнейшее развитие кинетики реакций типа сопряженных окислительно-восстановительных реакций, протекающих преимущественно в жидкой среде, шло в направлении разработки теории ионных реакций. Многочисленными опытами было установлено, что в реакциях рассматриваемого типа, получивших общее название гетеролитических, основную роль играет электролитическая диссоциация молекул в растворе[2], а также каталитические процессы, обусловленные различными ионами (кислотно-щелочной катализ, катализ ионами переменной валентности и т. п.). В разработке этого направления большую роль сыграли работы Лоури, Гольдшмидта, Белла, Ингольда, Хьюза, Хамметта, Габера и Вильштеттера, Оствальда, П. И. Вальдена, Л. В. Писаржевского, Е. И. Шпитальского и др.

В противоположность кинетике жидкофазных реакций, изучение кинетики окислительных реакций в газовой среде пошло по пути разработки теории цепных реакций, т. е. сложных химических реакций, отличительной особенностью которых является возникновение в ходе реакции валентно-ненасыщенных активных промежуточных веществ — свободных атомов и радикалов, способных передавать свою свободную валентность другим частицам,— в результате чего каждый возникший свободный радикал вызывает целую цепь превращений, вовлекая в реакцию большое число молекул исходного вещества. На основе цепной теории наметилось сближение второго и третьего направлений развития химической кинетики.

[1] В. А. Кистяковский. Указ. соч. СПб., 1894.

[2] Позднее (1910) В. А. Кистяковский показал [См. В. А. Кистяковский. Электрохимические реакции и электродные потенциалы некоторых металлов. СПб., 1910; «Успехи химии», 2 (1933)], что автокаталитическому закону следует коррозия металлов.

[3] R. Lüther u. N. Schilow. «Zs. phys. Chem.» 46, 777 (1903).

[1] Е. И. Орлов. Исследование в области кинетики химических реакций и катализа. Харьков, 1913.

[2] Следует, однако, указать, что недиссоциированная часть также может играть существенную роль в механизме реакции, как это впервые было установлено С. Г. Крапивиным (См. С. Г. Крапивин. Материалы по кинетике химических реакций. М., 1915).

ЦЕПНЫЕ РЕАКЦИИ

Третье направление, связанное с изучением цепных реакций, берет свое начало в XVII в.

Характерная феноменологическая особенность цепных реакций определенного класса (так называемых разветвленноцепных реакций) заключается в пределных явлениях. К числу первых наблюдений предельных явлений этого рода, повидимому, нужно отнести опыты Бойля в 1680 г.[1], который обнаружил усиление свечения фосфора при уменьшении давления воздуха. Это наблюдение было подтверждено рядом исследователей. Фуркруа в 1788 г. нашел, что в воздухе свечение фосфора возникает легче, чем в кислороде[1]. Итальянский химик Беллами де Монча в 1813 г[1]. показал, что свечение фосфора в чистом кислороде возникает лишь в том случае, если его давление сильно понижено. Этот результат позднее (1829 г.) был подтвержден Грегемом[1]. Еще позже французским химиком Жубером[1] было установлено (1874 г.) существование нижнего предельного давления, т. е. максимального давления кислорода, ниже которого свечение фосфора не происходит.

Один из случаев предельного явления был также описан французским химиком Лабиллардьером (1817 г.)[2], заметившим, что газообразный фосфин PH_3, который в отличие от жидкого P_2H_4 не воспламеняется при соприкосновении с воздухом, может быть воспламенен при комнатной температуре, для чего достаточно понизить давление фосфино-воздушной смеси. Опыт Лабиллардьера в том же году был повторен французским химиком Дюма[2], который нашел, что для получения вспышки необходимо, чтобы фосфин был в избытке, а также Дэви[3] и позднее Вант-Гоффом (1884 г.). Последний произвел количественные исследования этого явления и нашел, что для получения вспышки необходима определенная степень расширения смеси $2PH_3 + O_2$. Вант-Гофф также нашел, что при достаточном избытке фосфина ($16\ PH_3 + O_2$) смесь воспламеняется и при атмосферном давлении, т. е. без предварительного расширения.

Предельные явления, аналогичные тем, которые наблюдаются в случае фосфора и фосфина, были установлены также для серы и мышьяка. Во всех этих случаях воспламенение происходит лишь при том условии, если давление кислорода заключается между двумя определенными пределами, т.е. если оно ниже некоторого верхнего и выше некоторого нижнего предельных значений.

Длинную историю имеет вопрос о пределах воспламенения кислородных и воздушных смесей водорода, окиси углерода и других газов. Так, еще А. Гумбольдт и Гей-Люссак в 1805 г.[4], изучая условия воспламенения смесей водорода с кислородом, нашли, что при достаточном избытке одного из газов горение не происходит. Несколько позднее (1817 г.) Дэви[5] показал, что смесь водорода с кислородом не взрывается искрой, если один из газов взять в достаточном избытке или если в смесь добавить достаточное количество закиси азота N_2O, сероводорода H_2S или хлористого водорода HCl. Аналогичные результаты были получены в 1824 г. также английским химиком Турнером[5], в 1900 г.—Танатаром[6] и другими авторами. Рошковским[7] было изучено (1890—1891 гг.) влияние температуры на границы взрывной области смесей гремучего газа. Интересно отметить, что к заключению о существовании критической температуры воспламенения смесей водорода с кислородом пришел еще в 1885 г. Д. П. Коновалов[1] в результате анализа вопроса о температурном ходе скорости химических реакций. Наряду с концентрационными пределами воспламенения смесей гремучего газа были установлены также пределы по давлению. Первые исследования зависимости между температурой воспламенения и давлением гремучего газа принадлежат английскому ученому Диксону[2], который, измеряя температуру воспламенения при давлениях газа от 200 до 4000 мм рт. ст., нашел в 1910 г., что при повышении давления (от 200 мм рт. ст.) температура воспламенения быстро растет, достигает максимума при давлении около 1000 мм рт. ст., и медленно уменьшается при дальнейшем повышении давления.

Эти и подобные им наблюдения в течение длительного промежутка времени, до конца двадцатых годов XX столетия, оставались необъясненными и в большинстве своем фактически были забыты. Исчерпывающее истолкование все эти факты получили лишь после того, как в результате новых, количественных исследований была создана современная теория цепных реакций.

Представления о химических цепях возникли после того, как немецкий химик Боденштейн[3], экспериментально показал (1913 г.), что квантовый выход (число превращающихся молекул, приходящихся на один поглощенный квант света) в некоторых фотохимических реакциях может достигать очень больших значений. В результате исследования двадцати двух фотохимических реакций Боденштейн получил квантовые выхода, заключающиеся в пределах от 0,002 для реакции выцветания некоторых красителей до 10^6 для реакции хлора с водородом и для реакции бромирования толуола ($C_6H_5CH_3$). Столь большие квантовые выхода, какие были найдены в двух последних случаях — вместо 1—2 молекул на квант, получающихся из фотохимического закона Штарка—Эйнштейна (1912 г.),— непосредственно указывали на цепной характер этих реакций. Согласно первоначальному представлению Боденштейна, цепное развитие реакции хлора с водородом обусловлено электронами, вырываемыми светом из молекул хлора. Позже (1916 г.), ввиду противоречий этого представления с данными об электропроводности облученной светом смеси хлора с водородом, Боденштейн[4] предложил другой механизм реакции, в котором роль первичных активных центров приписывается электронно-возбужденным молекулам хлора: реагируя с молекулами водорода, они дают возбужденные молекулы продукта реакции HCl, которые, сталкиваясь с молекулами хлора, могут передавать им свою энергию, в результате чего происходит регенерация активных (возбужденных) молекул хлора. При этом для получения кинетического уравнения реакции Боденштейн предполагал, что концентрация активных молекул, как и богатых энергией молекул HCl, быстро достигает стационарного значения и в течение всей реакции мало изменяется[5].

Впоследствии оказалось, что предложенный Боденштейном механизм реакции хлора с водородом находится в противоречии со спектроскопическими данными о молекулах Cl_2 и HCl.

---

[1] См. К. Бейли. Торможение химических реакций. Л.— М., 1940, стр. 15.
[2] См. Вант-Гофф. Очерки по химической динамике. Л., 1936, стр. 72.
[3] См. там же, стр. 73.
[4] См. К. Бейли. Торможение химических реакций. Л.— М., 1940, стр. 22.
[5] См. там же, стр. 23.
[6] См. там же, стр. 22.
[7] См. там же, стр. 25.

[1] Д. П. Коновалов. Роль контактных действий в явлениях диссоциации. СПб., 1885.
[2] H. B. Dixon. «J. Chem. Soc.» 97, 661 (1910).
[3] M. Bodenstein. «Zs. phys. Chem.», 85, 329 (1913).
[4] M. Bodenstein. «Zs. Elektrochem»., 22, 53 (1916).
[5] Этот метод получения кинетических уравнений, известный под названием метода стационарных концентраций, в дальнейшем нашел широкое применение как в работах самого Боденштейна, так и в работах других авторов. Н. Н. Семеновым [см. Н. Н. Семенов. ЖФХ, 17, 187 (1943)] метод Боденштейна был обобщен на случай, когда концентрации лишь части активных промежуточных веществ являются стационарными (метод частичных стационарных концентраций Н. Н. Семенова).

Представление об активных молекулах как о богатых энергией валентно-насыщенных молекулах встречается в отдельных позднейших работах. Одной из таких работ является работа датских химиков Христиансена и Крамерса[1], в которой делается попытка применить цепные представления для объяснения наблюдающейся большой скорости некоторых мономолекулярных реакций. При этом Христиансен и Крамерс предполагают, что продукты реакции, обладающие запасом энергии, равным сумме энергии активации и теплоты реакции, способны передавать эту энергию молекуле исходного вещества. В результате возникают новые активные молекулы и реакция развивается цепным путем (э н е р г е т и ч е с к а я ц е п ь). Представление об энергетических цепях не нашло подтверждения в последующем развитии химической кинетики.

В настоящее время общепризнанным механизмом реакции хлора с водородом является механизм, предложенный в 1918 г. немецким химиком Нернстом[2]. Согласно представлениям Нернста, под действием света молекулы хлора расщепляются на атомы Cl, которые, реагируя с молекулами H_2, одновременно с молекулой продукта реакции HCl дают атом H. Последний реагирует с молекулой хлора, в результате чего образуются HCl и Cl, и т. д. Основным для механизма Нернста является допущение, что активные молекулы представляют собою свободные атомы, т. е. валентно-ненасыщенные частицы.

Ранее (в семидесятых годах XIX в.) аналогичное представление фигурировало в работах некоторых авторов[3], в связи с вопросом об активном кислороде. В наиболее общей форме оно было высказано Ф. Энгельсом в «Диалектике природы». Энгельс писал: «... в тот ничтожный промежуток времени, когда атомы свободны, они являются носителями всей той энергии, которую они вообще могут взять на себя; обладая максимумом доступной им энергии, они свободно могут вступить во всякое подходящее для них соединение. Следовательно, они находятся в «активном состоянии» по сравнению с молекулами...»[4].

Это гениальное обобщение, высказанное Энгельсом за много десятков лет до возникновения цепной теории, к сожалению, увидело свет только в 1925 г. и поэтому не могло оказать влияния на развитие химии, в частности цепной теории. Сравнительно небольшим было также и влияние концепции Нернста, которая не была в должной мере обобщена и касалась лишь узкого круга реакций (главным образом фотохимических). Из последующих работ, в которых концепция Нернста получила некоторое развитие, следует упомянуть почти одновременно появившиеся работы Христиансена[5], Герцфельда[6] и Полани[7], в которых основные черты нернстовского механизма фотохимической реакции хлора с водородом распространяются на т е р м и ч е с к у ю р е а к ц и ю брома с водородом, ранее изученную Боденштейном и Линдом[8]. Следует упомянуть также работу Христиансена[9], в которой дается толкование явления о т р и ц а т е л ь н о г о к а т а л и з а в окислительных реакциях с точки зрения цепных представлений. Однако несмотря на отдельные успешные попытки применения концепции Нернста, эта концепция, по словам Н. Н. Семенова[10], оставалась «как бы отдельным исключением среди всех реакций химии, которые попрежнему продолжали трактоваться с точки зрения старых представлений о непосредственных мономолекулярных процессах». Только в результате последующих работ, давших новый количественный материал, и прежде всего в результате работ школы Н. Н. Семенова, возникло представление о цепном механизме как основном типе химических превращений, осуществляющемся при помощи свободных атомов и радикалов.

[1] J. A. Christiansen u. H. A. Kramers. «Zs. phys. Chem,» 104, 451 (1923).
[2] W. Nernst «Zs. Elektrochem.», 24, 335 (1918).
[3] См. Н. Шилов. Указ. соч.
[4] Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1953, стр. 117.
[5] J. A. Christiansen. «Dansk. Vid. Math. Phys. Med.» 1, 14 (1919).
[6] K. F. Herzfeld. «Zs. Elektrochem», 25, 301 (1919).
[7] M. Polanyi. «Zs. Elektrochem», 26, 49 (1920).
[8] M. Bodenstein u. C. Lind. «Zs. phys. Chem.», 57, 168 (1906).
[9] J. A. Christiansen. «J. Phys. Chem.», 28, 145 (1924).
[10] Н. Н. Семенов. «Успехи химии», 22, 522 (1953).

Начало современного развития кинетики цепных реакций было положено работой Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальта[1], в которой было вновь открыто давно забытое явление пределов воспламенения фосфора. Установленные в этой работе факты находились в резком противоречии с представлениями классической кинетики. Однако эти факты были подтверждены дальнейшими исследованиями. Боденштейн[2], который выступил с резкой критикой работы Ю. Б. Харитона и З. Ф. Вальта, должен был признать свою неправоту.

Количественные исследования явления пределов воспламенения фосфора послужили одним из отправных пунктов развития современной цепной теории химических реакций.

Другим важным фактором, способствовавшим развитию цепной теории, явилось количественное изучение пределов воспламенения гремучих смесей. Выше уже отмечалось открытие Диксоном (1910 г.)[3] двух пределов воспламенения (по давлению) смесей водорода с кислородом (в настоящее время эти пределы называются вторым, или верхним, и третьим пределами). В 1928 г. А. В. Загулиным[4] был открыт п е р в ы й (нижний) предел воспламенения смеси $2H_2 + O_2$: оказалось, что эта смесь способна воспламеняться (в области температур 440—720° С) лишь при давлениях, превышающих некоторое предельное значение, составляющее около 10 мм рт. ст. А. В. Загулин также показал, что при температурах ниже 440° С смесь водорода с кислородом не воспламеняется ни при каком давлении. Независимо от А. В. Загулина этот результат был получен также английскими химиками Гарнером и Гоммом[5]. Английские ученые Гиншельвуд и Томпсон[6] показали далее, что первый, второй и третий пределы воспламенения представляют собой единую пограничную линию, отделяющую область воспламенения гремучего газа (на диаграмме давление — температура) от области, где горение не имеет места.

В развитии цепной теории химических реакций решающую роль сыграли работы Н. Н. Семенова и его школы периода 1926—1934 гг. в Ленинграде (Ю. Б. Харитон, А. В. Загулин, А. А. Ковальский и др.), работы Гиншельвуда и его учеников (Томпсона, Юза, Гранта и др.) в Оксфорде, работы американского химика Пиза, английских химиков Мельвилля и Норриша, немецких химиков Боденштейна и Габера, шведского химика Бекстрема и др. Накопившийся в результате этих работ огромный опытный материал был рассмотрен с единой теоретической точки зрения Н. Н. Семеновым в его книге «Цепные реакции» (1934 г.). В этой книге была развита общая теория цепных реакций, включающая теорию п р о с т ы х (неразветвленных) цепей, теорию р а з в е т в л е н н ы х цепных реакций, теорию в ы р о ж д е н н ы х р а з в е т в л е н и й; с точки зрения цепной теории были рассмотрены реакции галоидирования, окисления, полимеризации и др.; впервые

[1] Ю. Б. Харитон и З. Ф. Вальта. «Zs. Phys.», 19, 547 (1926).
[2] M. Bodenstein. «Zs. Phys.» 41, 548 (1927).
[3] H. B. Dixon. «J. Chem. Soc.», 97, 661 (1910).
[4] А. В. Загулин. «Zs. phys. Chem.», 1, 275 (1928).
[5] W. E. Garner a. A. S. Gomm. «Trans. Farad. Soc.», 24, 470 (1928).
[6] C. N. Hinshelwood a. H. B. Thompson. «Proc. Roy. Soc.», A. 122, 610 (1929).

было высказано утверждение, что большинство химических газовых реакций следует цепному механизму.

Развитие химической кинетики и, в частности, цепной теории оказало большое влияние на теорию горения, развивавшуюся параллельно с кинетикой. Н. Н. Семеновым[1] было четко сформулировано различие между изотермическим цепным взрывом, возникающим вследствие самоускорения реакции, развивающейся по механизму разветвленных цепей, и тепловым взрывом, причиной которого является прогрессирующий разогрев газа при протекании реакции в таких условиях, когда выделяемое реакцией тепло не успевает отводиться в окружающее пространство. Уже Вант-Гофф (1884 г.) дал точное, отвечающее этому представлению о тепловом взрыве определение температуры воспламенения как такой температуры, «при которой начальная потеря тепла, обусловленная теплопроводностью и т. д., равна теплоте, которую за то же время образует превращение». Рассматривая на основании этих представлений условия перехода от медленной стационарной реакции к тепловому взрыву, Вант-Гофф замечает: «Нетрудно было бы выразить все изложенное выше математической формулой». Такая формула впервые была дана Нернстом в 1906 г.[2] Представления Вант-Гоффа позднее были развиты Таффанелем и Ле Флошем[3] и наиболее подробно Н. Н. Семеновым[4]. Точная теория теплового взрыва, учитывающая неравномерность распределения температуры в реагирующем газе, была дана Д. А. Франк-Каменецким.[5]

Фундаментальным вопросом теории горения является вопрос о распространении пламени. На ранней стадии явление распространения пламени (волны горения) в газе изучали Бунзен (1866 г. и сл.)[6], французы Бертло и Вией[7], Малляр и Ле Шателье[8], Гуи[9], английский ученый Диксон в 1884 г.[10], в России — В. А. Михельсон[11], Д. В. Алексеев[12] и др.

Первая попытка построения теории распространения пламени была осуществлена Малляром и Ле Шателье[13] на основе представления о поджигающем действии теплового потока, исходящего из зоны горения и направленного в сторону несгоревшего газа (тепловая теория распространения пламени). Дальнейшее развитие тепловой теории в течение длительного времени шло по линии некоторого уточнения представлений Малляра и Ле Шателье путем формального учета скорости химической реакции во фронте пламени.

Крупным шагом вперед здесь явилось введение в теорию распространения пламени элементов химической кинетики, выразившееся в замене фигурировавшей до этого средней скорости реакции (или аналогичной ей величины) величиной, представляющей собою определенную функцию переменных концентраций и температуры. Первый шаг в этом направлении был сделан американскими

[1] Н. Н. Семенов. «Zs. Phys.», 42, 571 (1928); «Zs. phys. Chem.», 11, 464 (1930); «Phys. Zs. Sow.» 1, 601 (1932).
[2] См. К. Falk. «J. Amer. Chem. Soc.», 28, 1517 (1906).
[3] M. M. Taffanel et Le Floch. «C. r. Acad. Sci.», Paris, 156, 1544; 157, 469, 595; M. M. Taffanel. Ibid., 714 (1913).
[4] Н. Н. Семенов. «Zs. Phys.», 42, 571 (1928).
[5] Д. А. Франк-Каменецкий. ЖФХ, 13, 738 (1939).
[6] R. Bunsen. «Pogg. Ann.», 131, 161 (1866).
[7] P. Berthelot et P. Vieille. «Ann. chim.», 5, 28, 289 (1883).
[8] M. E. Mallard. «Ann. des Mines», 7, 355 (1875); M. E. Mallard et Le Chatelier. «Ann. des Mines», 4, 274 (1883).
[9] G. Gouy. «Ann. chim. phys.», 18, 27 (1879).
[10] См. H. Mache. Die Physik der Verbrennungserscheinungen. Leipzig, 1918.
[11] В. А. Михельсон. «Wied. Ann.», 37, 1 (1889); О нормальной скорости воспламенения гремучих газовых смесей. М., 1890.
[12] Д. В. Алексеев. О взрывном разложении ацетилена. М., 1915.
[13] M. E. Mallard et Le Chatelier. «Ann. des Mines», 4, 274 (1883).

учеными Льюисом и Эльбе[1], давшими приближенное решение задачи распространения пламени для частного случая реакции взрывного разложения озона. Общая теория теплового распространения пламени, учитывающая кинетику реакции горения и математически строго обоснованная, была разработана Я. Б. Зельдовичем и Д. А. Франк-Каменецким[2]. Теория Я. Б. Зельдовича и Д. А. Франк-Каменецкого дальнейшее развитие получила в работах Я. Б. Зельдовича и Н. Н. Семенова[3].

В частности, большое значение с точки зрения дальнейшего проникновения химической кинетики в теорию горения имела работа Я. Б. Зельдовича и Н. Н. Семенова, в которой скорость горения влажных воздушных и кислородных смесей окиси углерода была вычислена на основе данных о кинетике и механизме горения CO, полученных при температуре, значительно более низкой, чем температура пламени. Упоминавшиеся выше работы Льюиса и Эльбе, как и некоторые другие, более поздние работы, ценны тем, что они указывают на принципиальную возможность изучения химических реакций, в частности их кинетики и механизма, при температурах пламени, т. е. при температурах выше 1000° С. Никакого другого способа изучения реакций при этих температурах в настоящее время не существует.

Необходимо, однако, указать, что теория теплового распространения пламени имеет ограниченную применимость. В частности, эта теория неприменима в тех случаях, когда свободные атомы и радикалы, ведущие цепную реакцию горения, имеют сильно различающиеся массы, вследствие чего не соблюдается постулируемое в теории Я. Б. Зельдовича и Д. А. Франк-Каменецкого подобие поля температур и поля концентраций. В этом случае диффузия легких активных частиц, например, атомов водорода, в несгоревший газ опережает поток тепла, и свежая смесь воспламеняется не только в результате подогрева, но и в результате самоускорения реакции под влиянием сверхравновесных концентраций активных частиц в несгоревшем газе. В отличие от теплового распространения, распространение пламени в результате поджигающего действия активных частиц называется диффузионным. Теория диффузионного распространения пламени была дана Я. Б. Зельдовичем и Д. А. Франк-Каменецким[4] и американскими учеными Тэнфордом и Пизом[5]. Диффузионное и тепловое распространение пламени, очевидно, находятся в таком же соотношении, как цепное и тепловое воспламенение (см. выше).

Заметим, что кинетика и механизм химической реакции в зоне горения имеют существенное значение не только в рассмотренном выше случае нормального горения, но также и в случае детонационного распространения пламени (поджигающим фактором здесь является разогрев, обусловленный адиабатическим сжатием газа в ударной волне). Связь между кинетикой и механизмом реакции и скоростью детонации наиболее отчетливо была выявлена в работах Я. Б. Зельдовича[6].

Важным вопросом теории горения является также вопрос о пределах распространения пламени. Если экспериментальному

[1] B. Lewis a. G. v. Elbe. «J. Chem. Phys»., 2, 537 (1934).
[2] Я. Б. Зельдович и Д. А. Франк-Каменецкий. ЖФХ, 12, 100 (1938).
[3] Я. Б. Зельдович и Н. Н. Семенов. ЖЭТФ, 10, 1116, 1427; Н. Н. Семенов. «Успехи физ. наук», 24, 433 (1940); Я. Б. Зельдович. ЖФХ, 22, 27 (1948).
[4] Я. Б. Зельдович и Д. А. Франк-Каменецкий. ДАН СССР, 19, 693 (1938).
[5] Ch. Tanford a. R. N. Pease. «J. Chem. Phys.» 15, 431, 861; Ch. Tanford. Ibid. 15, 433 (1947).
[6] Я. Б. Зельдович Теория горения и детонации газов. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1944.

изучению этого вопроса, представляющего исключительно большой практический интерес, посвящено огромное число работ, то число теоретических работ, трактующих вопрос о пределах распространения пламени, весьма ограничено. Еще реже рассматриваются пределы распространения с точки зрения кинетики и механизма реакции горения. Повидимому, первой работой такого рода является попытка Д. В. Алексеева[1] интерпретировать установленные им количественные закономерности, относящиеся к пределу распространения реакции взрывного разложения ацетилена C_2H_2, на основе постулированного им молекулярно-кинетического механизма реакции, исходящего из допущения, что процесс разложения распространяется с помощью раскаленных частичек угля: «сталкиваясь с молекулами ацетилена C_2H_2, эти частички вызывают распадение их на элементы, каковое вызовет разложение дальнейших слоев газа, и т. д., так что через газ пройдет настоящая волна разложения». Как мы видим, этот механизм напоминает механизм развития реакции с помощью энергетических цепей (см. стр. 37), в несколько иной форме предложенный Боденштейном[2] для фотохимической реакции хлора с водородом. По Д. В. Алексееву, прекращение реакции («нераспространение реакционной волны») при переходе от высоких давлений ацетилена к низким, т. е. при переходе за предел распространения пламени, связано с излучением света горячими частичками угля, в результате чего они охлаждаются и теряют свою активность, т. е. способность вызывать разложение молекул C_2H_2.

Укажем, далее, что вопрос о пределах распространения пламени на основе механизма реакции с успехом был рассмотрен В. Г. Воронковым и Н. Н. Семеновым[3] на примере пламени весьма бедных смесей сероуглерода CS_2 с воздухом, представляющего собою случай диффузионного, практически изотермического пламени. Изотермичность пламени является здесь весьма существенным обстоятельством, так как при этом не возникает тех трудностей, какие встают на пути количественного решения задачи о пределах теплового распространения пламени, трудностей, связанных с необходимостью учета тепловых потерь. В общем виде задача о пределах распространения пламени была решена Я. Б. Зельдовичем[4] также для случая детонации. Я. Б. Зельдович показал, что и в этом случае кинетика и механизм химической реакции играют существенную роль.

В углублении и экспериментальном обосновании отдельных положений цепной теории и химического механизма цепных реакций большую роль сыграли новые методы исследования (спектроскопические, масс-спектрометрический, метод меченых атомов и др.). Был изучен химический механизм ряда сложных реакций (в том числе реакций окисления водорода и окиси углерода), выяснены основные черты механизма таких практически важных реакций, как реакция окисления углеводородов и других органических соединений.

В серии работ В. Н. Кондратьева с сотрудниками (1936 г. и след.)[5] в так называемых разреженных пламенах водорода, влажной окиси углерода, ацетилена, горящих при сравнительно низких температурах (вблизи 1000° абс.), с помощью спектроскопического метода поглощения и с помощью термоэлектрического метода было установлено наличие свободных радикалов OH и атомов H в концентрациях,

[1] Д. В. Алексеев. О взрывном разложении ацетилена. М., 1915.
[2] M. Bodenstein. «Zs. Elektrochem.», 22, 53 (1916).
[3] В. Г. Воронков и Н. Н. Семенов. ЖФХ, 13, 1695 (1939).
[4] Я. Б. Зельдович. Теория горения и детонации газов. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1944.
[5] В. Н. Кондратьев. Спектроскопическое изучение химических газовых реакций. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1944; ЖФХ, 20, 1249 (1946); 21, 761, 769 (1947).

намного превосходящих равновесные концентрации этих частиц. Из этого следовало, что в соответствии с представлениями цепной теории свободные атомы и радикалы играют ведущую роль в протекании химических реакций в указанных пламенах. Тем самым было экспериментально обосновано основное положение цепной теории о радикальном механизме развития цепей.

Химическая природа активных промежуточных веществ — свободных атомов и радикалов — была установлена также для ряда других реакций. Здесь существенную роль сыграл метод активных добавок, впервые примененный Полани с сотрудниками и развитый в работах Горина, Гиншельвуда, С. С. Медведева, Шварца и др. применительно к реакциям различных классов. В работах Полани[1], Горина[2] и С. С. Медведева такой добавкой служили пары иода. В результате взаимодействия радикала $\dot{R}$ с молекулой иода образуется иодид RJ, из выхода которого можно было определить концентрацию радикалов данного сорта, образующихся в ходе реакции. В качестве активной добавки в работах Гиншельвуда применялась окись азота, приводящая к замедлению реакции вследствие вывода из игры взаимодействующих с молекулами NO радикалов $\dot{R}$. Американский химик Шварц[3] использовал в качестве добавки толуол $C_6H_5CH_3$, легко взаимодействующий с радикалами по схеме

$$\dot{R} + C_6H_5CH_3 = RH + C_6H_5\dot{C}H_2;$$

о наличии и концентрации радикалов в зоне реакции можно судить по выходу продукта рекомбинации образующихся при этом бензильных радикалов $C_6H_5\dot{C}H_2$.

Еще ранее метод химической фиксации радикалов в виде так называемого метода зеркал был разработан Панетом[4]. Метод зеркал нашел широкое применение при изучении механизма термического крекинга углеводородов.

Гейбом и Гартеком[5] был разработан метод пара-, орто-конверсии водорода, по скорости которой можно судить о концентрации радикалов, участвующих в процессе конверсии. Английским ученым Эльтентоном[6] впервые был применен для обнаружения образующихся в ходе реакции свободных радикалов масс-спектрометрический метод, получивший дальнейшее развитие в работах многих авторов.

Для многих реакций, наряду с установлением природы активных промежуточных веществ — свободных атомов и радикалов, была установлена также природа элементарных химических процессов, участниками которых они являются, и измерены константы скорости этих процессов. При этом большую роль сыграли и играют исследования химического взаимодействия атомов и радикалов с различными веществами. Здесь следует отметить систематические работы Полани, канадского химика Стиси, Л. И. Авраменко и их сотрудников, а также многие другие работы советских и зарубежных авторов.

Из химических методов следует указать широко применяющиеся методы синтетической химии, кинетический метод и получивший особенно большое развитие за последние годы метод

[1] E. Horn u. M. Polanyi. «Zs. phys. Chem.», 25, 151 (1934).
[2] E. Gorin. «Acta physicochim. URSS», 8, 513; 9, 671 (1938); «J. Chem. Phys.», 7, 256 (1939).
[3] M. Szwarc. «J. Chem. Phys.», 16, 128 (1948).
[4] F. A. Paneth u. W. Hofeditz. «Ber. Deutsch. Chem. Ges.» 62, 1335 (1929).
[5] K. H. Geib u. P. Harteck. «Zs. phys. Chem.», Bodenstein-Festband, 849 (1931).
[6] G. C. Elteton. «J. Chem. Phys.», 15, 455, 465 (1947).

меченых атомов. С помощью синтетических методов установлены главные черты механизма огромного числа реакций органических и неорганических веществ. Однако эти методы не в состоянии вскрыть природу отдельных элементарных актов химической реакции. В этом отношении особенно большие успехи достигнуты в результате применения кинетического метода и метода меченых атомов.

Первый из этих методов заключается в измерении концентраций[1] исходных веществ, продуктов реакции или промежуточных веществ в различные моменты времени по ходу реакции, т. е. представляет собою обычный метод химического анализа[2], производимого, однако, не по завершению реакции, а в процессе ее протекания и, следовательно, отражающего кинетику реакции. Кинетический метод берет свое начало в первых количественных исследованиях скоростей химических реакций, непрерывно совершенствуется по мере развития техники химического и физико-химического эксперимента и уже в руках Вант-Гоффа, Н. А. Меншуткина и Оствальда достигает высокой степени точности.

Изучение механизма химической реакции с помощью кинетического метода сводится обычно к сопоставлению получаемого на основании этого метода эмпирического кинетического уравнения реакции, т. е. дифференциального уравнения, выражающего скорость реакции в данный момент времени в функции концентраций участвующих в реакции веществ, с теоретическим кинетическим уравнением, вытекающим из того или иного гипотетического (постулируемого) механизма данной реакции. Таким путем был установлен химический механизм большого числа простых моно- и бимолекулярных реакций, а также ряда сложных реакций (например, цепной реакции взаимодействия брома с водородом). Вместе с тем было выяснено, что очень часто эмпирический закон реакции не находится ни в каком соответствии с действительным ее механизмом. Так, оказалось, что при определенных условиях кинетический закон цепной реакции часто имитируется простым, моно- или бимолекулярным законом. Точно также Н. Н. Семеновым[3] было показано, что в широком интервале концентраций кинетический закон сложной разветвленно-цепной реакции может быть представлен простым уравнением автокатализа (см. стр. 29). Кроме того, выяснилось, что часто один и тот же закон реакции получается из различных гипотетических механизмов. Все это делает необходимым при установлении химического механизма реакций с помощью кинетического метода привлечение дополнительных данных, т. е. фактически применение комплексного метода, составной частью которого является кинетический метод.

Открытие изотопов[4] привело к возможности «метить» молекулы химических веществ, т. е. различать молекулы каждого данного вещества путем введения в их состав различных изотопов того или иного элемента. Применение «меченых» таким способом соединений к изучению химических реакций и лежит в основе метода меченых атомов. Этот метод впервые был применен для изучения подвижности или реакционной способности различных

[1] В случае газовых реакций часто измеряется общее давление газовой смеси, изменение которого берется за меру скорости суммарной реакции.

[2] Метод химического анализа часто осуществляется с помощью того или иного физического или физико-химического метода.

[3] Н. Н. Семенов. ДАН СССР, 43, 360 (1944).

[4] Годом открытия изотопов радиоактивных элементов нужно считать 1906 г., когда Болтвудом [B. Boltwood. «Amer. J. Sci.», 22, 537 (1906); 24, 370 (1907)] была доказана химическая идентичность иония (торий-230) и тория-232. Первое экспериментальное указание на существование стабильных изотопов (на примере изотопов неона 20 и 22) было получено Дж. Дж. Томсоном в 1912 г. (См. Ф. В. Астон. Масс-спектры и изотопы. ИЛ., 1948).

атомов в молекуле данного соединения или в молекулах различных соединений, проявляющейся, в частности, в реакциях изотопного обмена.

На возможность обмена указывал еще Д. И. Менделеев[1], который в 1886 г. писал: «... если даны частицы AB и BA, то A из первой может переходить во вторую частицу и обратно». При этом Д. И. Менделеев исходил из представления о подвижном химическом равновесии. Открытие изотопов сделало возможным изучение обменных реакций этого типа.

Первые исследования этих реакций были осуществлены Хевеши и Панетом,[2] которые изучали обмен изотопов естественно-радиоактивных элементов между их солями. Однако систематические исследования реакций изотопного обмена, в настоящее время представленные тысячами работ, начались с открытия дейтерия[3] и с получением искусственно-радиоактивных и стабильных изотопов различных других элементов. Начало изучению водородного обмена было положено работами американского химика Льюиса (1933 г.) немецкого химика Бонгеффера (1933 г.) и А. И. Бродского (1935 г.)[4]. Одновременно путем применения стабильного изотопа кислорода O^{18} Льюис (1933 г.) доказал существование следующей обменной реакции:

$$SO_2^{16} + H_2O^{18} = SO^{16}O^{18} + H_2O^{16}.$$

Из работ советских авторов изучению подвижности атомов кислорода в различных соединениях были посвящены работы А. И. Бродского и его сотрудников (1939 г. и сл.)[5].

Исследование обменных реакций с использованием искусственно-радиоактивных изотов было начато в 1935 г. С. З. Рогинским с сотрудниками[6], американскими химиками Вейссом с сотрудниками (1935 г.)[7] и Линдом с сотрудниками (1935 г.)[8], в работах Хевеши с сотрудниками (1935 г.)[9] и в других работах[10], в которых изучался обмен галоидов. В частности, в работе Вейсса с сотрудниками было показано, что константа скорости изотопного обмена в реакциях типа

$$\check{X}^- + \rightarrow C - X \rightarrow \check{X} - C \leftarrow + X^-$$

(X — атом галоида, $\check{X}$ — радиоактивный изотоп) равна константе скорости рацемизации[11]. Отсюда было сделано заключение, что в данном случае в основе механизма обменной реакции лежит вальденовское обращение, т. е. такое изменение конфигурации молекулы $\rightarrow$C—X, когда молекула продукта реакции является зеркальным отображением молекулы исходного вещества.

Исследование распределения данного изотопа в продуктах реакции и в промежуточных веществах при осуществлении реакции в системах, содержащих

[1] Д. И. Менделеев. ЖРФХО, 18, 8 (1886).

[2] G. Hevesy u. F. Paneth. «Zs. anorg. Chem.», 82, 323 (1913).

[3] Дейтерий был открыт Юреем с сотрудниками [H. C. Urey, F. G. Brickwedde a. G. M. Murphy. «Phys. Rev.», 39, 164, 864; 40, 1 (1932)] спектроскопическим путем.

[4] См. Г. П. Миклухин. «Успехи химии», 18, 237 (1949).

[5] А. И. Бродский. Химия изотопов. М., Изд-во АН СССР, 1952.

[6] С. З. Рогинский и Н. М. Гопштейн. «Phys. Zs. Sow.», 7, 672 (1935); Н. Е. Брежнева и С. З. Рогинский. ЖФХ, 8, 849 (1936).

[7] F. Juliusburger, B. Topley a. J. Weiss. «J. Chem. Phys.» 3, 437 (1935); J. Weiss с сотр., «J. Chem. Soc.», 1525 (1935).

[8] D. E. Hullet, C. H. Schiff a. S. C. Lind. «J. Amer. Chem. Soc.» 58, 535 (1935).

[9] O. Chiewitz a. G. Hevesy. «Nature», 136, 754 (1935).

[10] Литературу см. в диссертации Н. Е. Брежневой, ИФХ АН СССР, 1939.

[11] Рацемизацией называется превращение оптически активных веществ в оптически неактивные.

вещества, меченные этим изотопом, позволяет решить такие важные вопросы механизма химической реакции, как вопрос о том, протекает ли реакция в изолированной молекуле или в молекулярном комплексе, разрывом каких связей обусловлены те внутри или междумолекулярные перегруппировки, которые лежат в основе данной реакции, является ли данная реакция гомолитической или гетеролитической (см. выше, стр. 26), какие вещества являются предшественниками того или иного возникающего в ходе реакции вещества, и многие другие вопросы.

Особенно ценные результаты были получены при применении дейтерия и изотопа углерода C^{14} к изучению механизма различных реакций органических веществ. Сюда относятся реакции изомеризации и таутомерных превращений, диспропорционирование и различного рода перегруппировки, окислительно-восстановительные реакции в растворах, полимеризация, окисление в газовых и жидких системах, и т. д. Одной из первых работ, проведенных с дейтерием в качестве меченого атома, явилась работа американского химика Брейера[1], в которой было показано, что реакция образования хлороформа $CHCl_3$ при действии тяжелого едкого натра NaOD на хлораль CCl_3CHO идет по механизму гидролитического расщепления[2]:

$$CCl_3CHO + NaOD \rightarrow CCl_3D + HCOONa.$$

Повидимому, первой работой, осуществленной с применением C^{14}, нужно считать работу американских химиков Нагинского и Рубена (1941)[3], в которой изучался механизм окисления пропионовой кислоты C_2H_5COOH, меченной изотопом C^{14} в карбоксильной группе, перманганатом и дихроматом калия $KMnO_4$ и $K_2Cr_2O_7$ (в кислой среде). Путем измерения активности продуктов реакции было показано, что, например, в случае второй из этих реакций (продукты CO_2 и CH_3COOH) углекислый газ получается исключительно в результате разрыва связи между карбоксильным углеродом и углеродом метиленовой группы радикала C_2H_5.

Вслед за этими первыми работами на протяжении последних 15—20 лет было опубликовано огромное число работ, расширяющих и углубляющих наши знания о механизме химических реакций. Необходимо при этом подчеркнуть, что наиболее детальные исследования механизма химической реакции стали возможны при применении *комплексного метода*, включающего в качестве составных его частей метод меченых атомов и кинетический метод.

В частности, с помощью этих методов удалось значительно продвинуться в расшифровке сложного механизма цепной реакции окисления углеводородов—реакции, представляющей как теоретический, так и большой практический интерес.

С ранних стадий изучения реакции окисления и горения углеводородов и до наших дней обсуждаются две теории: гидроксиляционная и пероксидная. В основе гидроксиляционной теории, получившей развитие в работах английского ученого Бона и его сотрудников (1900—1915 г.)[4], лежит высказанная впервые в 1874 г. Армстронгом[5] идея, согласно которой последовательные стадии горения углеводородов связаны с образованием нестойких гидроксилированных молекул, в результате распада которых получаются простые промежуточные вещества. По Бону, отвечающая гидроксиляционной теории схема окислительного процесса в начальной стадии горения представляется в следующем виде

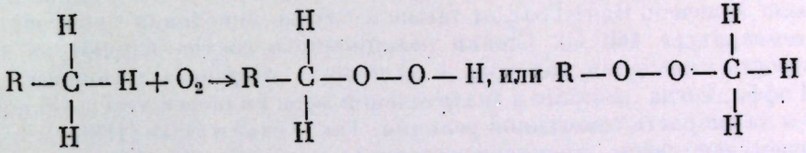
$$RCH_3 \xrightarrow{+\frac{1}{2}O_2} RCH_2(OH) \xrightarrow{+\frac{1}{2}O_2} RCH(OH)_2 \rightarrow RCHO + H_2O.$$

Последующие видоизменения гидроксиляционной теории, предлагавшиеся различными авторами, касаются конкретного химического механизма отдельных стадий реакции, который строится на основе цепной теории. Так, в предложенной английским химиком Норришем в 1935 г. теории принимается, что спирт образуется в результате взаимодействия с исходным углеводородом атомов кислорода, т. е. в результате последовательности процессов

$$RCH_3 + O \rightarrow (RCH_3O) \rightarrow RCH_2OH.$$

Однако в отличие от теории Бона в теории Норриша, альдегиды получаются не в стадиях, следующих за образованием спирта, а параллельно со спиртом — в результате распада промежуточного комплекса (RCH_3O) по схеме: $(RCH_3O) \rightarrow RCH + H_2O$, и последующего взаимодействия бирадикала RCH, с молекулярным кислородом: $RCH + O_2 = RCHO + O$. Последний процесс обеспечивает регенерацию активного центра—атома O— и, следовательно, продолжение цепи.

Пероксидная теория окисления была сформулирована А. Н. Бахом и Энглером (см. стр. 32). Дальнейшее развитие теория Баха—Энглера применительно к окислению углеводородов получила в работах английских ученых Каллендара[2], Эджертона[3] и др. Согласно этой теории в той ее форме, какую она получила в работах Каллендара, первичным продуктом взаимодействия исходного углеводорода с кислородом является перекись, образующаяся в результате внедрения молекулы O_2 в молекулу углеводорода:



В результате последующего распада перекиси образуются альдегид и вода:

$$RCH_3O_2 \rightarrow RCHO + H_2O.$$

По Эджертону, развитие реакции окисления обусловлено активацией молекул исходных веществ за счет богатых энергией продуктов распада перекисей, т. е. реакция протекает по механизму энергетических цепей (см. стр. 37).

Более близкими к современным представлениям цепной теории являются те видоизменения пероксидной теории окисления углеводородов, которые были предложены немецким химиком Уббелоде (1935 г.)[4], Эльбе и Льюисом (1937 г.)[5]. В предлагаемом Уббелоде механизме реакции активными центрами реакции являются алкильные RCH_2 и перекисные RCH_2OO радикалы. В механизме реакции, предложенном Эльбе и Льюисом, цепи развиваются с помощью радикалов RCH_2 и OH:

$$OH + RCH_3 = RCH_2 + H_2O, \qquad RCH_2 + O_2 = RCHO + OH, \text{ и т. д.}$$

[1] F. T. Breuer. «J. Amer. Chem. Soc.», 55, 2236 (1935).
[2] Этот результат следует из того факта, что продуктом реакции является практически исключительно тяжелый хлороформ CCl_3D.
[3] P. Nahinsky a. S. Ruben. «J. Amer. Chem. Soc.», 63, 2275 (1941).
[4] W. A. Bone. «Proc. Roy. Soc.», A 137, 243 (1932).
[5] H. E. Armstrong. Manual of Organic Chemistry. 1874, pp. 216, 241, 275.

[1] R. G. W. Norrish. «Proc. Roy. Soc.», A150, 36 (1935).
[2] H. L. Callendar. «Engineering», 123, 147, 182, 210 (1927).
[3] A. C. Egerton. «Nature», 121, 10 (1928).
[4] A. R. Ubbelhode. «Proc. Roy. Soc.», A152, 354 (1935).
[5] G. von Elbe a. B. Lewis. «J. Amer. Chem. Soc.», 59, 976 (1937).

Исследования кинетики и механизма окисления углеводородов с помощью современных экспериментальных методов приносят все новые и новые доказательства того, что пероксидная теория в наиболее совершенной радикально-цепной форме более соответствует действительности, чем гидроксиляционная теория[1]. Вместе с тем эти исследования показывают, что как механизм Уббелоде, ближе отвечающий течению реакции при низких температурах, так и механизм Эльбе и Льюиса, отображающий черты действительного механизма при протекании реакции при высоких температурах, лишь частично передают этот действительный механизм реакции, являющийся значительно более богатым и многогранным, чем это предполагалось указанными авторами. Заметим, что в механизме горения углеводородов, осуществляющегося при температуре горячих пламен (2000—3000° абс.), несомненно существенную роль играют атомы кислорода, и механизм реакции в некоторых его чертах отображает механизм Норриша (см. стр. 47). Отметим также, что одним из невыясненных еще существенных вопросов механизма окисления углеводородов является вопрос о роли стенок реакционного сосуда в механизме этой реакции.

Как уже отмечалось выше (стр. 19), на значение для кинетики химических газовых реакций стенок реакционного сосуда (в частности, их величины и природы) первый обратил внимание Вант-Гофф (1884 г.), хотя отдельные наблюдения действия стенок на химическую реакцию приводились и раньше. Изучая реакцию полимеризации циановой кислоты HCNO в стеклянных сосудах с поверхностью различной величины, Вант-Гофф нашел, что скорость реакции в сосуде с большей поверхностью заметно больше скорости реакции в сосуде с меньшей поверхностью. Он, далее, установил, что предварительное покрытие стенок реакционного сосуда циамелидом — продуктом полимеризации циановой кислоты, приводит к увеличению скорости реакции более чем в три раза. Сильное влияние природы стенок на скорость реакции было замечено Вант-Гоффом также в случае окисления гремучей смеси (при температуре 440° С). Стенки реакционного сосуда влияют не только на скорость окисления водорода в условиях, подобных условиям опытов Вант-Гоффа, когда реакция в значительной мере является гетерогенной, но, также и на скорость гомогенной реакции. Так, Готье и Эльс (1896 г.)[2] нашли, что гремучая смесь, пропускаемая через нагретую фарфоровую трубку, набитую кусочками фарфора, взрывается при температуре, на несколько сот градусов более высокой, чем температура взрыва той же смеси в случае ненабитого сосуда[3]. Позднейшие опыты американского химика Пиза[4] (1930 г.) обнаружили крайнюю чувствительность этой реакции к обработке стенок реакционного сосуда различными веществами. Так, Пиз нашел, что промывание сосуда раствором хлористого калия KCl уменьшает скорость реакции примерно в 2000 раз.

Влияние величины поверхности и природы стенок на скорость реакции было установлено для многих реакций, протекающих в газовой фазе. Оказалось, что в одних случаях стенка тормозит реакцию, в других же ее ускоряет. А. Трифоновым[5] было количественно изучено тормозящее действие стенок в фотохимической реакции хлора с водородом. В 1931 г. В. Р. Бурсианом и В. С. Сорокиным[6] была дана общая теория этого явления, исходящая из

[1] См., например, A. G. Gaydon. «Proc. Roy Soc.», A 183, 111 (1944).
[2] См. К. Бейли. Торможение химических реакций. М.— Л., 1948, стр. 26.
[3] Несколько раньше торможение гомогенной реакции при увеличении поверхности реакционного сосуда было отмечено Тюрпеном (1890) для случая горения сероуглерода CS_2. Тюрпен показал, что эта реакция в широких трубках протекает легче, чем в узких (Ibid).
[4] R. V. Pease. «J. Amer. Chem. Sci.», 52, 5106 (1930).
[5] А. Трифонов. «Zs. phys. Chem.», 3, 195 (1929).
[6] В. Р. Бурсиан и В. С. Сорокин. «Zs. phys. Chem.», 12, 247 (1931).

представлений цепной теории о гибели активных центров реакции — свободных атомов и радикалов в результате их адсорбции на стенке. Ускоряющее действие стенок было подробно изучено в серии работ М. В. Полякова с сотрудниками (1940 г. и сл.)[1]. В 1946, 1948 годах Ковальский с сотрудниками[2] показал при помощи разработанного им «метода раздельного калориметрирования», что во многих случаях ускоряющее действие стенок заключается в инициировании цепной реакции, в своих последующих стадиях переходящей в объем[3]. Нужно, однако, отметить, что для большей части реакций роль стенок и удельный вес гетерогенной фазы все еще остаются во многом невыясненными.

Расширение цепной теории заключалось в распространении цепных представлений на новые классы реакций. Сюда относятся крекинг, полимеризация и многие другие, в том числе жидкофазные, в частности ионные, реакции. В 1931 г. Габером и Вильштеттером[4] был поставлен вопрос о цепном механизме окислительно-восстановительных органических, а также энзиматических реакций. Дальнейшие исследования этих реакций показали, что они относятся к тому разделу химии, на котором смыкаются второе и третье направления развития химической кинетики, т. е. кинетика сложных жидкофазных реакций и кинетика цепных реакций. Добавим еще, что в последнее время делаются попытки распространить представления цепной теории также на гетерогенно-каталитические реакции[5].

[1] М. В. Поляков. Сборник «Вопросы химической кинетики, катализа и реакционной способности». М., Изд-во АН СССР, 1955.
[2] М. Л. Богоявленская и А. А. Ковальский. ЖФХ, 20, 1325 (1946); А. М. Маркевич. ЖФХ, 22, 941 (1948).
[3] К мысли об ускоряющем гомогенную реакцию действии стенок реакционного сосуда пришел еще Д. П. Коновалов (см. Д. П. Коновалов. Роль контактных действий в явлениях диссоциации. СПб., 1885) на основании наблюдений над ускорением процесса диссоциации поверхностью стекол. По Д. П. Коновалову, это ускоряющее действие должно быть связано с использованием избыточной энергии, выделяющейся при адсорбции молекул на стенках (теплота адсорбции).
[4] F. Haber u. R. Willstätter. «Ber. Deutsch. Chem. Ges.», 64, 2844 (1931).
[5] См. Н. Н. Семенов. О некоторых проблемах химической кинетики и реакционной способности. М., Изд-во АН СССР, 1954.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Г. Ф. РЫБКИН

НИКОЛАЙ ИВАНОВИЧ ЛОБАЧЕВСКИЙ

Сто лет назад, 24 февраля 1856 г., когда в Казани скончался профессор математики Николай Иванович Лобачевский, мало кто подозревал, что его геометрические идеи являются поворотным пунктом в развитии математического мышления XIX столетия. В Казани, где Лобачевский провел большую часть жизни, многочисленные друзья, ученики и почитатели ученого пришли отдать ему свой последний долг, проводив его к могиле. Профессор Казанского университета Н. Н. Булич произнес речь у гроба Н. И. Лобачевского. Но ни он, ни кто-либо другой не сумели тогда достойно оценить тот вклад, который был внесен Лобачевским в математику. Неизвестный автор небольшого некролога в «Казанских губернских ведомостях» мог лишь предположить, что «труды и заслуги его в области науки, составляющие достояние летописей ученого мира, без сомнения, не замедлят найти достойного ценителя»[1].

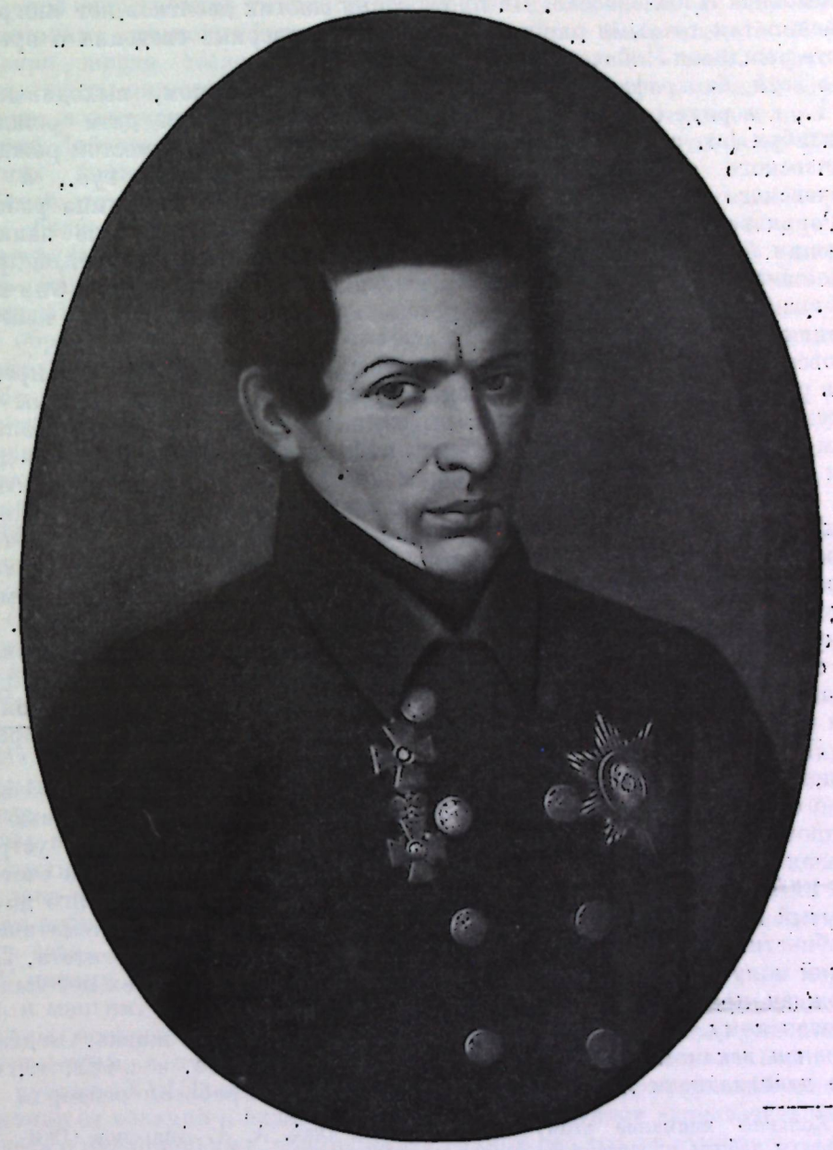
За пределами Казани смерть великого математика прошла по существу незамеченной. В Петербург весть о смерти Лобачевского была передана донесением попечителя Казанского учебного округа В. П. Молоствова министру народного просвещения А. С. Норову в сухих официальных выражениях, как будто речь шла о рядовом чиновнике ведомства просвещения, а не о великом ученом:

«Вменяю себе в обязанность довести до сведения Вашего Высокопревосходительства, что причисленный к Министерству народного просвещения и находящийся здесь в Казани действительный статский советник Лобачевский, после продолжительной болезни, 12 текущего февраля (по старому стилю.— *Г. Р.*) умер»[2].

Ученый мир тогдашнего Петербурга, в том числе и Петербургская Академия наук, не откликнулись на смерть Лобачевского. Незаметной эта смерть была и для ученых зарубежных стран. Достаточно сказать, что Геттингенское научное общество, членом-корреспондентом которого Лобачевский состоял с 1842 г., выслало Лобачевскому 23 марта 1856 г. серебряную и бронзовую медали, высеченные в память К. Ф. Гаусса, не зная, что месяц назад адресат скончался.

Картина смерти Н. И. Лобачевского как бы повторяет картину его жизни. Прощаясь с ученым, воздавая должное его трудам на пользу просвещения, никто не сказал о главном, что сделал он для науки,— об открытии неевклидовой геометрии. Всеми признанный и уважаемый деятель университета, он оставался при жизни непонятым как создатель неевклидовой геометрии. Так велика была новизна его гениальных идей, что прошло около

[1] Л. Б. Модзалевский. Материалы для биографии Н. И. Лобачевского. М.— Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 570.
[2] Там же, стр. 568—569.



Н. И. Лобачевский

полустолетия, прежде чем они были признаны и стали основой дальнейшего развития геометрии, ее небывалого расцвета.

Николай Иванович Лобачевский родился 1 декабря (нов. ст.) 1792 г. в Нижнем Новгороде в семье бедного чиновника Межевой конторы Ивана Максимовича Лобачевского. На протяжении многих десятков лет биографы, не располагая точными данными, приводили неверные сведения о времени и месте рождения Лобачевского.

Во всей биографической литературе о Лобачевском, выходившей до 1944 г., а в ряде случаев и позже, указывается неверная дата рождения 22 октября (ст. ст.) 1793 г. При этом некоторые авторы местом рождения Лобачевского считают Макарьевский уезд Нижегородской губ., а отца Лобачевского — агрономом или архитектором. В 1929 г. группа работников Горьковского областного архива обнаружила метрические записи о рождении братьев Лобачевских (Александра, Николая и Алексея) и другие важнейшие архивные документы, касающиеся Лобачевского. Они-то и дали возможность пересмотреть установившиеся в литературе неверные сведения и исправить ошибки[1].

Совсем недавно найден документ[2], устанавливающий наличие крепостных в родословной Н. И. Лобачевского. Дед Лобачевского со стороны отца, Максим Васильевич Лобачевский, вывезенный в 1757 г. князем Долгоруковым из местечка Животова (Украина) в Москву, находился у него «в должности певческой» и был женат на крепостной того же князя Аграфене Андреевне, бабке Н. И. Лобачевского. Эта новая деталь позволяет уточнить сведения о происхождении ученого и опровергнуть предположения некоторых авторов о дворянском происхождении Лобачевского. Опровергается также и неверное утверждение дочери Лобачевского В. Н. Ахлопковой о том, что «отец его был католик, архитектор, выходец из Царства Польского»[3]. Хотя в документе и указывается, что И. М. Лобачевский «польской нации», из него следует, что отец Лобачевского родился во владениях князя Долгорукова от находящегося у него «во услужении» певчего и «крепостной девки» и никак не мог быть выходцем из Польши. Кто из ближайших предков отца Лобачевского был польского происхождения — неизвестно.

Сломленный болезнями, отец[4], повидимому, рано сложил с себя заботы о семье, и они целиком легли на мать Лобачевского — Прасковью Александровну — женщину очень энергичную и умную. Ей удалось устроить Николая и двух его братьев в Казанскую гимназию на казенный счет.

В 1807 г. Лобачевский был переведен из гимназии в незадолго до того открытый Казанский университет, где он проявил большие математические способности. Уже в 1811 г., вскоре после окончания университета, Лобачевский получил звание магистра математики, а двадцати трех лет был уже утвержден профессором.

Казанскому университету Лобачевский отдал всю свою жизнь. Он дважды избирался деканом физико-математического факультета, а с 1827 г., в течение девятнадцати лет, бессменно и плодотворно работал ректором университета. Ректорство Лобачевского, благодаря неутомимой деятельности ученого, принесло Казанскому университету заслуженную славу. Лобачевский был фактическим его строителем и проводником передовых идей в обучении юношества. По свидетельству современника Лобачевского Н. Н. Булича, «ни одно событие университета, ни один сколько-нибудь важный факт его истории... не могут быть упомянуты без имени Лобачевского. Его благородная жизнь тесно и неразрывно сплелась с историей Казанского университета; она есть живая летопись университета, его надежд и стремлений, его возрастания и развития»[1]. Среди деятелей университетского образования Лобачевский был наиболее крупным за всю двухсотлетнюю историю русских университетов.

Самое горячее участие Лобачевский принимал и в организации народного образования в Казанском учебном округе — как член Училищного комитета (с 1818 г.) и его председатель (с 1827 г.), а в последние десять лет своей жизни — как помощник попечителя учебного округа. Его учебно-организационная деятельность оказала огромное влияние на развитие школьного образования в Казанском округе, и в истории народного просвещения в России Лобачевский занимает видное место.

Но как бы высоко ни оценивалась роль Лобачевского в области народного просвещения, его научные заслуги стоят неизмеримо выше. Бессмертье он заслужил открытием, которое совершило переворот в представлениях о пространстве, покоившихся более двух тысяч лет на учении Евклида, изложенном в его знаменитых «Началах».

«Начала» Евклида представляют собой систему геометрических предложений, выведенных из небольшого числа основных предпосылок — так называемых аксиом и постулатов. Содержащийся среди них пятый постулат (по другим спискам «Начал»— одиннадцатая аксиома) о параллельных линиях обратил на себя особое внимание многих геометров. Этот постулат может быть изложен в следующей форме:

Через точку, не лежащую на данной прямой, нельзя провести в той же плоскости более одной прямой, параллельной данной.

Из всех аксиом Евклида постулат о параллельных прямых является единственным, который геометры в течение двух тысячелетий пытались доказать как теорему, считая его слишком сложным для постулата. Они пытались вывести его из остальных аксиом и постулатов геометрии.

Однако все такие попытки не приводили к успеху. Обнаруживалось, что в основе всякого доказательства лежала, в более или менее скрытой форме, какая-либо предпосылка, равносильная пятому постулату или содержащая его в себе.

К началу XIX в. проблема параллельных прямых оставалась нерешенной, и многим, занимавшимся этим вопросом, положение рисовалось безнадежным, построение геометрии как строгой научной системы считалось незавершенным, а путей к доказательству пятого постулата не было видно. На рубеже XVIII и XIX столетий знаменитый французский математик Лежандр от издания к изданию своей геометрии меняет «доказательство» постулата о параллельных, обнаруживая всякий раз его ошибочность. Даже великий немецкий математик К. Ф. Гаусс в 1817 г. писал: «Я все больше прихожу к убеждению, что необходимость нашей геометрии не может быть доказана».

Чтобы дать почувствовать смятение умов той эпохи, связанное с проблемой параллельных линий, приведем отрывок из письма известного венгерского математика Фаркаша Больяй, изучившего эту проблему во всех деталях, к его сыну Яношу. «Молю тебя,— предупреждал Ф. Больяй сына,—

[1] Большое внимание этому вопросу уделял акад. А. А. Андронов (1901—1952). Результаты работы, проведенной группой горьковчан, изложены в статье: А. А. Андронов. Где и когда родился Н. И. Лобачевский. В сб. «Историко-математические исследования» под ред. Г. Ф. Рыбкина и А. П. Юшкевича. Вып. IX. М., 1956. В биографической литературе сведения о находках в Горьковском архиве были впервые сообщены в книге: В. Ф. Каган. Лобачевский. Изд-во АН СССР, 1944.

[2] Этот документ — аттестат, выданный кн. Долгоруковым отцу Лобачевского,— был найден в 1955 г. Б. В. Федоренко в Центральном государственном архиве древних актов (ф. 1294, оп. 2, 1777, № 2896, л. 2).

[3] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 593.

[4] Во многих биографиях Лобачевского дается неверное утверждение о ранней смерти отца (1797 г.). Это положение опровергается найденными в Горьком и в Москве архивными документами.

[1] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 571.

не делай только и ты попыток одолеть теорию параллельных линий: ты затратишь на это все свое время, а предложения этого вы не докажете все вместе. Не пытайся одолеть теорию параллельных линий ни тем способом, который ты сообщаешь мне, ни каким-либо другим. Я изучил все пути до конца: я не встретил ни одной идеи, которой бы я не разрабатывал. Я прошел весь беспросветный мрак этой ночи, и всякий светоч, всякую радость жизни я в ней похоронил. Ради бога, молю тебя, оставь эту материю, страшись ее не меньше, нежели чувственных увлечений, потому что и она может лишить тебя всего твоего времени, здоровья, покоя, всего счастья твоей жизни. Этот беспросветный мрак может потопить тысячи ньютоновских башен. Он никогда не прояснится на земле, и никогда несчастный род человеческий не будет владеть чем-либо совершенным даже в геометрии. Эта большая и вечная рана в моей душе».

Какой безнадежностью веет от страстных слов этого письма! И все же старший Больяй оказался неправ. «Беспросветный мрак ночи» удалось рассеять Лобачевскому, живущему в Казани, находящейся тогда далеко от центров математической жизни, а несколько позже и сыну Ф. Больяй — Яношу.

Начав, подобно своим предшественникам, с попыток вывести постулат о параллельных из остальных аксиом Евклида, Лобачевский вскоре пришел к убеждению, что такой вывод невозможен вообще. При этом Лобачевский иначе, чем другие математики, взглянул на вопрос обоснования геометрии. Если для других математиков решение этого вопроса сводилось к логическому анализу основных понятий геометрии, то для Лобачевского оно лежало в исследовании отношения их к реальному миру, происхождения их из свойств материальных тел природы.

«Всем известно,— говорит Лобачевский в «Новых началах геометрии» (1835),— что в Геометрии теория параллельных до сих пор оставалась несовершенной. Напрасное старание со времен Евклида, в продолжении двух тысяч лет, заставило меня подозревать, что в самих понятиях еще не заключается той истины, которую хотели доказывать и которую поверить, подобно другим физическим законам, могут лишь опыты»[1].

Трудность, связанная с пятым постулатом, заключалась не только в невозможности его логического доказательства, но и в невозможности его непосредственной и опытной проверки. Опыт оперирует лишь ограниченными частями пространства, а постулат требует убедиться в верности формулируемого принципа на всей бесконечной прямой. Поэтому проверке должна подвергнуться сама система геометрии, построенная на его основе.

Поскольку опыт не дает непосредственного решения вопроса об истинности пятого постулата, а построенная при его допущении геометрия Евклида всегда приводит к положениям верным, постольку не лишено основания исследовать и другие логически возможные допущения, прибегая всякий раз к опыту для проверки построенных на их основе систем. Использование в геометрии лишь одного логически возможного допущения, например пятого постулата, при неиспользовании других, означало бы полный произвол, а Лобачевский — враг всякого произвола в науке. Логически возможных в отношении постулата о параллельных, при сохранении остальных аксиом Евклида, построений геометрии Лобачевский находит два[2]: то, которое принято в геометрии Евклида, кладущее в основу пятый постулат, и другое, которое принимает Лобачевский, заменяя постулат Евклида на противоположный. Этот постулат Лобачевского гласит:

Через точку, не лежащую на данной прямой, можно провести в той же плоскости не одну, а по крайней мере две прямые, параллельные данной.

[1] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 2. М.— Л., 1949, стр. 147.

[2] Невозможность третьего допущения, при котором в геометрии сумма углов прямолинейного треугольника была бы больше 180°, Лобачевский строго доказывает.

Последователь евклидовой геометрии мог бы ожидать, что это допущение приведет Лобачевского к противоречию. Однако по мере того как Лобачевский развертывал из сделанного им допущения и остальных аксиом Евклида все более и более длинную цепь следствий, он никакого противоречия не получил.

Путем тонких и весьма искусных рассуждений Лобачевский построил хотя и своеобразную, но стройную новую геометрию, логически столь же последовательную, как и геометрия Евклида. Эту геометрию и называют в настоящее время геометрией Лобачевского.

Многие положения геометрии Лобачевского звучали парадоксально. В этой геометрии: через точку, не лежащую на данной прямой можно провести в той же плоскости бесконечно много прямых, не пересекающих данную прямую; сумма углов прямолинейного треугольника всегда меньше 180° и, вообще говоря, меняется от треугольника к треугольнику и может быть сколь угодно близкой к нулю (в геометрии Евклида эта сумма всегда равна 180°); не существует подобных, но не равных треугольников, как в геометрии Евклида; если две прямые имеют общий перпендикуляр, то такие прямые расходятся в обе стороны от него; линия равных расстояний от прямой не есть прямая и т. д.

Геометрия Лобачевского обладает чрезвычайно важным свойством, а именно: в достаточно малых областях она мало отличается от геометрии Евклида, которая является, таким образом, предельным случаем геометрии Лобачевского.

Свою неевклидову геометрию Лобачевский впервые изложил в сочинении «Краткое изложение основ геометрии со строгим доказательством о параллельных», представленном на французском языке в Физико-математическое отделение Казанского университета 18(6) февраля 1826 г. Это представление было заслушано на заседании 23 февраля. Вот протокольная запись этого заседания:

«Слушано было представление г. орд. профессора Лобачевского от 6 февраля сего года, с приложением своего сочинения на французском языке «Exposition succincte des principes de la géometrie avec une démonstration rigoureuse du théorème des parallèles», о котором желает он знать мнение членов Отделения; и ежели оно будет выгодно, то просит сочинение принять в составление ученых записок Физико-математического факультета»[1].

В протокольной записи мы находим и решение по рассмотренному вопросу: «Поручить рассмотреть сочинение гг. профессорам Симонову, Купферу и адъюнкту Брашману и мнение свое сообщить Отделению»[2].

Однако «за недоставлением от гг. Симонова, Купфера и Брашмана мнения о сочинении» дело о представлении Лобачевского сдано в архив[3].

Самого сочинения до сих пор не удалось разыскать. Оно, очевидно, было возвращено Лобачевскому, личный архив которого также до сих пор не найден. Однако содержание этого сочинения Лобачевский включил в первую половину своего сочинения «О началах геометрии», опубликованного в «Казанском вестнике» за 1829—1830 гг. Здесь Лобачевский излагает основы открытой им новой неевклидовой геометрии. Нужно было иметь большое мужество, чтобы опубликовать это сочинение, ломающее многовековые традиции.

Французский математик Таннери сравнил Лобачевского, открывшего новую геометрию, с Колумбом, открывшим новую землю.

[1] «Успехи математических наук», т. VI, вып. 3, 1951, стр. 165—167. Факсимиле протокольной записи на стр. 166.

[2] Там же.

[3] Там же.

Английские математики Клиффорд и Сильвестр называли Лобачевского «Коперником геометрии». Гелиоцентрическая система Коперника заставила по-иному представить себе движение небесных тел в пространстве, геометрическая система Лобачевского заставила по-иному представить само пространство. «Чем Коперник был для Птолемея,— говорит Клиффорд,— тем был Лобачевский для Евклида. Между Коперником и Лобачевским существует поучительная параллель. Коперник и Лобачевский оба славяне по происхождению. Каждый из них произвел революцию в научных идеях, и значение каждой из этих революций одинаково велико. Причина громадного значения и той и другой революции заключается в том, что они суть революции в нашем понимании космоса».

В начале XIX в. перед идеями неевклидовой геометрии остановились Вахтер, Швейкарт, Тауринус, но у них не хватило мужества довести свои работы до конца. К тем же идеям еще раньше пришел знаменитый Гаусс, но, боясь непонимания и критики, он не высказал их открыто, не опубликовав ни одной работы по этому вопросу. «Возможно даже,— писал он Бесселю в 1829 г.,— что я не решусь на это во всю свою жизнь, потому что боюсь крика беотийцев, который поднимется, когда я выскажу свои воззрения целиком». Только Янош Больяй в 1832 г., тремя годами позже Лобачевского, опубликовал свою работу, в которой изложил основы неевклидовой геометрии, построенной им независимо от Лобачевского, но в менее развитой форме.

Чрезвычайная новизна и необычайность открытой геометрии, ломающей многовековые традиции, не испугали, однако, Лобачевского. Вслед за первой работой он публикует сочинения: «Воображаемая геометрия» (1835; 1837 — на франц. яз.), «Применение воображаемой геометрии к некоторым интегралам» (1836), «Новые начала геометрии с полной теорией параллельных» (1835—1838), «Геометрические исследования по теории параллельных линий» (1840 — на нем. яз.).

Великое открытие Лобачевского не было понято его современниками, оно опередило свой век. Исключение составляли лишь К. Гаусс и Я. Больяй. Но Гаусс познакомился с идеями Лобачевского в 1840 г., когда вышли в свет его «Геометрические исследования», а до Я. Больяй эта книга дошла только в 1848 г. Одобрительного мнения этих ученых Лобачевский не знал, оно не было опубликовано при их жизни. Признание произошло уже в то время, когда творца этих идей не было в живых. При жизни Лобачевского гениальные его работы по неевклидовой геометрии большинством математиков замалчивались, а в «Сыне отечества» за 1834 г. и в немецком «Герсдорфс Реперториум» за 1840 г. появились отзывы о работах Лобачевского даже в издевательском тоне. Но все это не сломило воли Лобачевского. Он нашел выход в той разнообразной кипучей научной деятельности, в работе профессора и ректора университета, которой отдался с увлечением.

Вообще характеру Лобачевского был чужд пессимизм. «Мой прав не таков и правила, чтобы унывать и раскаиваться...»[1]. И действительно, Лобачевский ни минуты не сомневается в выбранном им пути. Он не прекращал работы по неевклидовой геометрии и ее приложениям, и незадолго до своей смерти, уже будучи слепым, продиктовал свое последнее сочинение «Пангеометрия» — так он назвал теперь свое творение «потому, что это название означает геометрию в обширном виде, где обыкновенная геометрия будет частный случай»[2].

Работы Лобачевского чрезвычайно высоко оценил знаменитый Гаусс, он специально изучил русский язык, чтобы ознакомиться с трудами русского ученого по оригиналам. По инициативе Гаусса Лобачевский удостоился в 1842 г. единственной, выпавшей ему при жизни почести — избрания в члены-корреспонденты Геттингенского ученого общества. Но отзыва своего о трудах Лобачевского, в котором так нуждались новая наука и ее талантливый зачинатель, Гаусс так и не опубликовал, оставаясь верным своему слову не высказываться публично по этому вопросу.

[1] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 238.
[2] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 3. М.— Л., 1951, стр. 437.

При жизни Лобачевский мог услышать одобрение своим трудам только однажды. Оно было высказано устно и в печати, но слишком обще. Это были слова русского ученого, тоже казанца, профессора П. И. Котельникова, который в 1842 г. в актовой речи «О предубеждениях против математики» о работах Лобачевского по неевклидовой геометрии сказал как о труде, «который рано или поздно найдет своих ценителей». Эти слова оправдались.

Уже через 12 лет после смерти Лобачевского итальянский математик Бельтрами показал, что планиметрия Лобачевского частично осуществляется на некоторых кривых поверхностях (так называемых псевдосферических). В 1871 г. немецкий математик Клейн, а несколько позже французский математик Пуанкаре дали истолкование уже всей геометрии Лобачевского — не только для плоскости, но и для пространства. В качестве моделей евклидовой геометрии, на которых осуществляется неевклидова геометрия Лобачевского, здесь берется внутренность обычного круга для плоскости и внутренность шара для пространства, причем в интерпретации Клейна прямыми служат хорды, а в интерпретации Пуанкаре — дуги окружностей, перпендикулярных к кругу, рассматриваемые в обеих случаях без концов. Полным истолкованием геометрии Лобачевского в геометрии Евклида на моделях Клейна и Пуанкаре было окончательно установлено, что неевклидова геометрия Лобачевского столь же непротиворечива, как и геометрия Евклида. Вместе с тем метод интерпретации явился эффективным средством исследования одних геометрических форм при помощи других, которое успешно применяется в математике.

Оправдалось предположение Лобачевского, что в окружающем нас пространстве геометрия Евклида отнюдь не является единственной. Оказалось даже, что геометрия Лобачевского лишь одна из возможных неевклидовых геометрий; таким образом, на основе идей Лобачевского геометрия разрослась в огромное здание, в котором геометрии Евклида принадлежит лишь роль первого камня. Следующим решающим шагом была неевклидова геометрия Римана, объединяющая и геометрию Евклида и геометрию Лобачевского.

Геометрия Лобачевского успешно развивается, в ней разрабатываются теория геометрических построений, общая теория поверхностей, теория выпуклых кривых. Сам Лобачевский применил ее к вычислению определенных интегралов, с ее помощью была построена теория важнейшего класса аналитических функций (так называемых автоморфных). Неевклидова геометрия нашла многочисленные приложения и в других разделах математики и в теоретической физике. Величайшая прогрессивная роль идей Лобачевского заключалась в том, что Лобачевский по-новому взглянул на пространство и установил, что геометрия Евклида лишь частично отражает его реальные свойства. Неевклидова геометрия также отражает свойства реального пространства. И в этом нет никакого противоречия: «Некоторые силы в природе, — пояснял Лобачевский,— следуют одной, другие — своей особой геометрии»[1]. В этом заключалась глубокая идея развития, которая подтвердилась в общей теории относительности, согласно которой пространство не является евклидовым, оно имеет более сложную геометрию, чем геометрия Евклида и геометрия Лобачевского. Математическим аппаратом теории

[1] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 2. М.— Л., 1949, стр. 159.

относительности является абстрактная риманова геометрия, одним из источников которой была неевклидова геометрия Лобачевского.

Прогрессивная роль идей Лобачевского заключается также в том, что он правильно решил вопрос об отношении геометрии к действительности, требуя искать доказательства истинности той или иной логически мыслимой геометрии, т. е. ее соответствия реальному пространству, в опыте, в практике. Таким образом, Лобачевский указал возможность безграничного расширения путей изучения материального мира. Дальнейшее развитие науки целиком подтвердило это. Вслед за неевклидовой геометрией Лобачевского в арсенал научного исследования вошли всевозможные другие неевклидовы геометрии, объектом изучения и средством исследования действительности стали всевозможные абстрактные пространства — n-мерное, бесконечномерное, проективное, риманово, топологическое, фазовое (в физике) и др.,—каждое имеющее свою геометрию, нашедшую оправдание в практике. И этот постоянный процесс расширения средств научного познания позволяет науке все полнее раскрывать связи и закономерности окружающих нас явлений реального мира. Все это делает Лобачевского больше нашим современником, чем современником тех, кто жил в его время, но не понял его бессмертных идей.

В борьбе за новые геометрические идеи, за преобразование различных сторон жизни современного ему общества и, главным образом, в борьбе за народное образование Лобачевский шел тем же путем, который прокладывал великий основоположник русского естествознания М. В. Ломоносов. Это путь материалистического понимания природы вещей — единственно правильное познание окружающего нас реального мира.

Во всей своей деятельности, как при разработке научных проблем математики и вопросов воспитания, так и в качестве практического работника народного образования, Лобачевский занимал материалистические позиции. «В природе,— говорил он,— мы познаем собственно только движение, без которого чувственные впечатления невозможны. Итак, все прочие понятия, например геометрические, произведены нашим умом искусственно, будучи взяты в свойствах движения»[1]. Лобачевский твердо и последовательно проводил мысль, что «первыми данными без сомнения будут всегда те понятия, которые мы приобретаем в природе посредством наших чувств»[2], что «первые понятия, с которых начинается какая-нибудь наука..., приобретаются чувствами; врожденным — не должно верить»[3], что «мы всеми нашими понятиями о телах одолжены чувствам»[4]. Для Лобачевского внешний мир объективен. Чувства человека не отгораживают его от природы, они связывают его с нею. Источником наших знаний, таким образом, является реальный мир, доставляющий материал для наших чувств. Мы приобретаем знания с помощью разума, но «там останавливается наше суждение, где перестают руководствовать нас чувства»[5].

Критерием истины для Лобачевского служил опыт, практика. Самую возможность существования открытой им геометрии Лобачевский стремился подтвердить опытной проверкой. С этой целью он предпринимал измерения углов треугольника с вершинами в неподвижных звездах. Он считал, что исходное положение теории параллельных «не есть необходимое следствие наших понятий о пространстве. Один опыт только может подтвердить истину этого предположения»[6].

[1] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 2. М.— Л., 1949, стр. 158—159.
[2] Там же, стр. 164.
[3] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 1. М.— Л., 1946, стр. 186.
[4] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 203.
[5] Там же.
[6] Н. И. Лобачевский. Полное собр. соч., т. 3. М.—Л., 1951, стр. 521.

Для Лобачевского цель научного знания состояла не в развитии оторванных от жизни понятий, а в изучении реального мира. При этом он прекрасно сознавал необходимость введения новых понятий, определений и допущений, признавал роль гипотез для развития науки, но решительно боролся против введения их как произвольных соглашений. При выборе гипотез он требовал руководствоваться практикой, которая только и может позволить остановиться на той гипотезе, простота которой находится в тесной связи с практическими приложениями. Мысль, что опыт, практика дает уверенность в правильности теоретических выводов, характерна для взглядов Лобачевского. Она послужила руководящим принципом во всей его педагогической деятельности, направленной на укрепление практических тенденций в образовании.

Материалистическая направленность воззрений Лобачевского сказалась и в том, что ему был чужд взгляд на науку, как на застывшее знание. Открытием неевклидовой геометрии он расширил рамки наших представлений о пространстве, вывел геометрию на путь дальнейшего развития. Само это открытие не могло произойти без правильного материалистического взгляда на пространство. Оно родилось в результате смелой ломки многовековых традиций в математике, в результате борьбы против кантовских идей в философии. Пошатнув «незыблемость» основ евклидовой геометрии, Лобачевский нанес тяжелый удар философии Канта, которая в этой «незыблемости» и пыталась найти свою опору, рассматривая исходные положения геометрии не как результат опыта человечества, а как врожденные формы человеческого сознания. Лобачевский постоянно подчеркивал никчемность попыток вывести всю математику из одних лишь построений разума. «Все математические начала,— говорил он,— которые думают произвести из самого разума, независимо от вещей мира, останутся бесполезными для математики»[1]. Всю свою жизнь Лобачевский руководствовался этим убеждением и в соответствии с ним учил студентов. 5 июля 1828 г. в «Речи о важнейших предметах воспитания» на торжественном собрании Казанского университета он со всей страстностью своей натуры произнес слова Бэкона: «Оставьте трудиться напрасно, стараясь извлечь из одного разума всю мудрость; спрашивайте природу, она хранит все истины и на вопросы ваши будет отвечать вам непременно и удовлетворительно». В этой программной речи Лобачевский четко и резко провозглашает принцип, который кладется в основу обучения. «Мы живем уже в такие времена,— говорил он,— когда едва тень древней схоластики бродит по университетам. Здесь, в это заведение вступивши, юношество не услышит пустых слов без всякой мысли, одних звуков без всякого значения. Здесь учат тому, что на самом деле существует; а не тому, что изобретено одним праздным умом»[2].

Главной задачей воспитания Лобачевский объявляет развитие истинного чувства жизни и благородное направление страстей. «Жить,— говорил он,— значит... чувствовать непрестанно новое, которое бы напоминало, что мы живем... Будем же дорожить жизнию, покуда она не теряет своего достоинства. Пусть примеры в истории, истинное понятие о чести, любовь к отечеству, пробужденная в юных летах, дадут заранее то благородное направление страстям и ту силу, которые дозволят нам торжествовать над ужасом смерти»[3].

Лобачевский всю жизнь боролся за правильную организацию народного образования. Видя в невежестве, насаждаемом крепостническим строем, величайшее препятствие для развития общества, Лобачевский требовал от

[1] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 204.
[2] Там же, стр. 323.
[3] Там же, стр. 324, 326.

каждого студента, пришедшего в университет, прежде всего, чтобы он был гражданином, который «... высокими познаниями своими составляет честь и славу своего Отечества»[1].

Исследования Лобачевского исключительно разнообразны. Кроме геометрических работ ему принадлежит ряд сочинений по алгебре, математическому анализу, теории вероятностей, механике, физике и астрономии. В своем руководстве «Алгебра или исчисление конечных» (1835) он разработал один из наиболее совершенных методов приближенного решения алгебраических уравнений. Опережая науку своего времени, он дал почти современное нам определение функции, указал на различие свойств непрерывности и дифференцируемости функций, установил интересный признак сходимости рядов.

В 1893 г. великий русский ученый Д. И. Менделеев сказал: «Геометрические знания составили основу всей точной науки, а самобытность геометрии Лобачевского — зарю самостоятельного развития наук в России. Посев научный взойдет для жатвы народной». И эти слова полностью оправдались. Идеи Лобачевского способствовали русской математике выйти на одно из первых мест в мире.

[1] Л. Б. Модзалевский. Указ. соч., стр. 322.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

В. П. ЗУБОВ

ПЬЕР ГАССЕНДИ

24 октября 1955 г. исполнилось 300 лет со дня смерти выдающегося французского мыслителя, физика и астронома Пьера Гассенди.

Биография Гассенди небогата событиями. Он родился 22 января 1592 г. в селении Шантерсье в двух лье от Диня (Прованс). В Дине прошла значительная часть его жизни: здесь он получил образование, здесь (а также в Эксе) он преподавал, наконец, здесь же Пьер Гассенди долгое время был каноником. Несколько раз он подолгу жил в Париже, однажды (в 1629 г.)— путешествовал в Бельгию и Голландию.

Эпоха творчества Гассенди отмечена развитием картезианской физики, началом литературной деятельности Корнеля и Мольера. За плечами Гассенди было XVI столетие, пора пышного развития гуманистической культуры; впереди — блестящий век французского классицизма. Гассенди был на четыре года старше Декарта (1596—1650) и на столько же моложе Гоббса (1588—1679). Его старшими современниками были Френсис Бэкон (1561—1626) и Галилей (1564—1642), Кеплер (1571—1630) и Гарвей (1578—1657). В 20-х годах XVII в., в период вступления Гассенди на литературную арену, родились Паскаль (1623—1662), Бойль (1627—1691), Гюйгенс (1629—1695). В 40-х годах, когда Гассенди начал публиковать свои труды, посвященные Эпикуру, родился Ньютон (1642—1727).

Деятельность Гассенди непосредственно предшествовала поре создания национальных академий в Западной Европе, таких, как Лондонское королевское общество (1663) и Парижская Академия наук (1666), с основанием которых начался и регулярный выход научных периодических изданий. Но потребность в сотрудничестве между учеными, в обмене сведениями, в организации коллективных начинаний давала о себе знать уже во времена Гассенди, находя, в частности, свое выражение в обширной ученой переписке.

И не случайно большое количество произведений Гассенди имеет эпистолярную форму, а целый фолиант шеститомного издания его трудов посвящен научной корреспонденции. Корреспондентами его были Галилей, Фома Кампанелла, тюбингенский астроном и ориенталист Вильгельм Шикард (1592—1635), гданьский астроном Ян Гевелий (1611—1687), физики М. Мерсенн (1588—1648) и В. Снелль (1591—1626) и многие другие. Из лиц его ближайшего окружения назовем библиографа-библиофила Габриеля Ноде (1600—1653) и в особенности советника парламента в Эксе Никола Клода Пейреска (1580—1637), также уроженца Прованса, ученого и мецената. Гассенди написал биографию Пейреска[1]. В Париже Гассенди был близок с советником

[1] См. «Opera», V, 237—362. Здесь и в дальнейшем римские и арабские цифры отсылают к шеститомному лионскому изданию «Opera» Гассенди, 1658. Флорентийское издание 1727 г. в шести томах является перепечаткой лионского с некоторыми поправками: расположение материала то же, что и в лионском, но пагинация другая.

парламента Франсуа Люллье (Luillier); живя в его доме, он обучал сына Люллье, будущего поэта, К.-Э. Шапеля (1626—1686), а также Мольера[1].

Много лет своей жизни Гассенди посвятил кропотливому труду филолога-историка — восстановлению философии и физики Эпикура.

Напомним также, что Гассенди был не только естествоиспытателем, но и историком естествознания[2]. Ему принадлежат биографии выдающихся астрономов XV—XVI вв.— Тихо Браге, Николая Коперника, Георга Пейербаха и Иоганна Мюллера (Региомонтана); в предисловии к этому сочинению Пьер Гассенди дает краткую историю древней астрономии[3]. В другом сочинении Гассенди уделил внимание истории календаря[4]. Его занятия античными источниками, необходимыми для реконструкции философии Эпикура, привели его попутно к метролого-нумизматическому этюду о римских монетах[5]. Будучи диньским каноником, Гассенди счел нужным собрать исторические сведения о диньской церкви, дополнив их целым рядом разнообразных «краеведческих» данных, сообщив о теплых источниках, о ярмарках, о чуме 1629 г. и т. д.[6]

Изложению философии Эпикура Гассенди предпослал «реабилитацию» личности этого философа[7]. Он должен был поступить так потому, что на протяжении столетий главные атаки христианских писателей, нападавших на «языческую философию», направлялись именно против Эпикура. Не Демокрит, а Эпикур (вместе с Лукрецием) был для средневековья «сосудом бесчестия». С течением времени имя «эпикурейцев» стало нарицательным для вольнодумцев и «афеев» вообще, им стали пользоваться в полемике с «еретиками» и инакомыслящими. Три обвинения выдвигали против Эпикура христианские писатели средневековья: проповедь чувственного наслаждения, отрицание божественного промысла и отрицание бессмертия души. Его физика была в значительной мере забыта, а следовательно, были забыты и детали его атомистического учения.

Если обратиться ко времени, более близкому к Гассенди, и к его родине — Франции, то нетрудно будет обнаружить пережитки старого средневекового отношения к Эпикуру. В XVI в. основные нападки были направлены, как и прежде, против гедонистической морали и отрицания божественного промысла. Резкость этих нападок свидетельствовала вместе с тем о росте настроений ученого «либертинизма». В 1553 г. епископ Пьер дю Валь опубликовал сочинение против «атомистов-эпикурейцев и лже-эмпедокловцев»[8]. В 1556 г. платоник Жан де Невилль в полемическом сочинении, направленном против «эпикурейцев и атеистов нынешнего века», жаловался на их множество, «возрастающее день ото дня»[9]. Другой платоник, Гильом Дезотель, около 1555 г. перевел характернейшие места поэмы Лукреция, обозвав эпикурейцев, по укоренившемуся обычаю, «свиньями». Франсуа де ла Ну (1587) подробно говорил об «опасных для государства и церкви»

[1] Большое количество ярких материалов, характеризующих историческую среду, в которой жил Гассенди, содержит двухтомное исследование Пентара (R. Pintard. Le libertinage érudit dans la 1-re moitié du XVII-e siècle; t. II. P., 1943, p. 596—597).

[2] См. об этом специальное сообщение: H. Berr. Gassendi, historien des sciences. Congrès international de philosophie. Genève, 1905, p. 855—858.

[3] «Tychonis Brahaei, equitis Dani, astronomorum coriphaei, Nicolai Copernici, Georgii Peurbachii et Joannis Regiomontani, astronomorum celebrium vitae». P., 1654 (Opera, V, 363—534).

[4] «Romanum Calendarium compendiose expositum». P., 1654 («Opera», V, 543—628).

[5] «Sestertiorum moneta gallica expressum abacus». P., 1654 («Opera», V, 535—542).

[6] «Notitia ecclesiae Diniensis», P., 1654 («Opera», V, 659—740).

[7] Ср. письмо от 11 октября 1641 г. (VI, 117).

[8] P. du Val. De la grandeur de Dieu. P., 1553.

[9] J. de Neufville. De pulchritudine animi libri quinque. In Epicureos et Atheos homines hujus saeculi, 1556.



Пьер Гассенди

эпикурейцах, деля их на три категории: одни действуют при дворе, другие — в городе, третьи — в войске. Первые имеют хранимую ими в тайне «натуралистическую доктрину»[1].

Слово «эпикурейцы» в данном случае было собирательным бранным названием, далеким от эпикурейства в строго историческом значении. Однако тревога этих писателей показательна: новое жизнеутверждающее мировоззрение подготовляло принятие материалистических положений античной науки.

Характерна в этом отношении и судьба поэмы Лукреция, которая, как известно, является важным источником сведений об учении Эпикура и которая была почти забыта в средние века. В эпоху Возрождения, после того как Поджо Браччолини во время поисков в монастырских библиотеках древних рукописей в 1415—1418 гг. нашел ее список, поэма привлекала внимание

[1] F. de la Noue. Discours politiques et militaires. P., 1587. Эти и указанные в двух предыдущих примечаниях книги известны мне лишь по цитатам в диссертации Хокке (G. R. Hocke. Lukrez in Frankreich von der Renaissance bis zur Revolution. Köln, 1935), который указывает и другие полемические сочинения того времени, направленные против Эпикура и Лукреция. Из них мне была доступна лишь «Атеомахия» Бургевилля (Ch. de Bourgueville de Caen. L'Athéomachie..., P., 1564; экз. в Гос. публ. б-ке в Ленинграде). Как видно из предисловия к «Атеомахии», она, подобно другим, имела злободневную направленность; автор долгое время предполагал, что не существует безбожников и отрицателей бессмертия, пока, наконец, не узнал о «деяниях некиих злодеев», совершаемых «в наше время у разных других народов», что заставило его предположить о существовании таковых и во Франции.

лишь своей художественной стороной; физика Эпикура — Лукреция оставалась в тени. Издатели XVI в. подчеркивали, что они ценят литературную форму, картины природы, а не «грезы» об атомах и пустоте[1]. Дени Ламбен (Ламбинус, 1516—1572 гг.) точно также заявил в предисловии к своему изданию Лукреция, что он не ставит целью защиту эпикурейского учения; впрочем, он оценивал положительно и сенсуализм эпикурейской теории познания, и познавательный оптимизм ее, и лукрецианские описания явлений природы[2].

Соратник Ламбена, Жан Дора, был наставником Ронсара. В произведениях этого поэта встречаются упоминания об атомах. «Порхающие» атомы-пылинки, о которых когда-то иронически отзывались Лактанций и Исидор Севильский, теперь превратились в грациозный поэтический образ,— пока еще только поэтический, без сознания всей его научной глубины.

«Ces petits corps qui tombent de travers
Par leur descente en biais vagabonde,
Heurtez ensemble, ont composé le monde,
S'entr'accrochans de liens tous divers»[3].

Иронические замечания по адресу атомистической теории продолжали раздаваться из самых различных кругов: скептик Монтень критиковал ее с точки зрения «естественного здравомыслия»[4]. «А эпикурейцы? Какими простаками они были, когда порешили вообразить, что их атомы... построили мир».

Едва ли не первый, кто направил свой взор к науке (а не только поэзии) Лукреция, был Джордано Бруно, сожженный на костре в 1600 г. От него и от французских вольнодумцев XVI в. тянутся связующие нити к неаполитанцу Лучилио Ванини, которого постигла в 1619 г. в Тулузе та же участь, что и Бруно в Риме. Ванини был врачом, годы его деятельности совпали с возрождением атомистических представлений в химии и фармакологии. В 1621 г. французский медик Себастьен Бассон опубликовал в Женеве «Натуральную философию», содержащую развернутую систему атомистики[5]. Три года спустя, в 1624 г., медик и химик Этьен де Клав объявил о защите антиаристотелевских тезисов, часть которых содержала декларацию атомистических принципов; однако диспут был запрещен, а де Клав вынужден был бежать из Парижа, скрываясь от преследований[6]. Это был год, когда Гассенди выступил против аристотеликов со своими «Exercitationes paradoxicae».

В Англии в первых десятилетиях XVII в. Френсис Бэкон, под явным воздействием новых идей, еще смутно бродивших тогда в среде химиков, врачей и фармакологов, также возрождал идеи древней атомистики, апеллируя,

[1] Примером может служить Дж.-Б. Пио (Jo.-B. Pius. In Carum Lucretium poeta commentarii. In chalcographia Ascensiana, 1514).

Он писал в посвящении своего труда: «Я считаю Лукреция достойным прилежнейшего чтения не только ради древней красоты, следы которой находятся в его поэме, но и ради отраднейшего познания вещей, которое достойно свободного человека, хотя многое ему и пригрезилось вместе с его Эпикуром об атомах, пустоте и небытии». Особенно же ценил Пио «неизъяснимую приятность цветущего стиха — неподражаемую, относящуюся к тому древнему веку, когда только родилась римская поэзия».

[2] Cp. G.-D. Hadzsits. Lucretius and his influence. N. Y., 1935, p. 271; G. R. Hocke. Lukrez in Frankreich..., S. 8—21.

[3] Ronsard. Amours. Sonet 37. «Эти маленькие тела, которые падают вкось, при своем прихотливом опускании образовали мир, столкнувшись друг с другом и зацепив одно другое самыми различными скрепами».

[4] Montaigne. Essais, t. II, ch. 12 (éd. Ch. Louandre, t. II. P., s. a., p. 443).

[5] «Philosophiae naturalis adversus Aristotelem libri XII». Изд. 2, Amstelodami, 1649.

[6] Подробнее об этом см. в статье В. П. Зубова «Этьен де Клав». «Труды Ин-та истории естествозн.», т. III. М.— Л., 1949, стр. 389—405.

правда, не столько к Эпикуру и Лукрецию, сколько к Демокриту[1]. Уже в ранних «Размышлениях о природе вещей», написанных до 1605 г., Бэкон решительно утверждал: «Учение Демокрита об атомах либо истинно, либо с пользой может применяться в доказательствах». В те же годы вышло в свет сочинение английского ученого Николая Хилла под знаменательным заглавием: «Эпикурейская, демокритианская и феофрастианская философия»[2].

В Лувене филолог-гуманист Эриций Путеанус (Генрих ван де Путте, 1574—1646) уже в 1609 г. издал «Некоторые острые изречения Эпикура»[3] и предпринял реабилитацию Эпикура. В ту пору Гассенди было 17 лет. Примерно через 20 лет Гассенди, путешествуя по Бельгии и Голландии, навестил Путеануса в Лувене и с тех пор поддерживал с ним переписку. Письмо Путеануса к Гассенди от 5 ноября 1636 г.— восторженный панегирик Эпикуру[4]. Наконец, следует упомянуть об атомистических идеях голландца Давида ван Гоорль, или Горлеуса (1592 — ум. до 1620 г.), и немецкого ученого Даниила Зеннерта (1572—1637)[5].

Наконец, в Италии, в годы, когда Гассенди начал публиковать свои первые труды об Эпикуре, француз Маньен (Magnien), или Магненус, профессор медицины Павийского университета, напечатал книгу «Воскресший Демокрит» (1646 г.)[6]. В 1647 г. издатель Лукреция Джованни Нарди выступил в защиту морального облика Эпикура и вместе с тем поместил в своих комментариях разделы, специально посвященные вопросам атомистики в «злободневном», современном ему аспекте[7].

Таким образом, первые десятилетия XVII в. и в особенности период 20—40-х годов были временем бурного возрождения атомистических концепций в разных странах Европы. Первое ближайшее знакомство Гассенди с источниками эпикурейской философии также восходит к 20-м годам[8].

Упорно, год за годом, работал Гассенди над источниками, относящимися к эпикурейской философии, остерегаясь, однако, печатать вплоть до 40-х годов какие-либо отдельные труды, посвященные этим вопросам. Только в письмах и в некоторых специальных работах прорывались подобного рода мотивы: например, в книгу «О кажущейся величине Солнца, стоящего высоко и низко», он включил связное изложение основных взглядов древних атомистов[9].

[1] Литературу о связях Бэкона с алхимией и химией см. в только что указанной статье, стр. 404.

[2] N. Hill. Philosophia Epicureana, Democritiana, Theophrastica. P., 1601; Genevae, 1619. Об этом труде см. в кн.: Tr. F. Mayo. Epicurus in England (1650—1725). Dallas, Texas, 1934, а также статью Grant McColley. Nicholas Hill and the Philosophia Epicurea. «Annals of science», vol. 4 (1939), No 4, p. 390—405.

[3] «Epicuri sententiae aliquod aculeatae e Seneca» в конце соч. Путеануса «Thyrsi Philotesii sive Amor Laconissans», Lovanii, 1609.

[4] Оно помещено в «Opera» Гассенди, т. VI, стр. 393—394. Моншан (G. Montchamp. Histoire du cartésianisme en Belgique, Bruxelles, 1886, p. 18—19) пишет: «У Путеануса была в Лувене целая школа, в этом нет сомнения». Однако он не называет имен.

[5] Подробнее о них см.: K. Lasswitz. Geschichte der Atomistik vom Mittelalter bis Newton, B. I. Hamburg und Leipzig, 1890.

[6] Jo. Chr. Magnenus. Democritus reviviscens, sive vita et philosophia Democriti. Pavia, 1646 (книга переиздавалась несколько раз на протяжении XVII в.). О Магненусе см.: J. Güsgens. Joannes Chrysostomus Magnenus, ein Naturphilosoph des 17. Jahrhunderts. Bonn, 1910 («Renaissance und Philosophie», H. 4).

[7] T. Lucretii Cari. De rerum natura libri sex. Una cum paraphrastica explanatione et animadversionibus D. Ioannis Nardii Florentini, Florentiae, 1647. В этом издании содержится ряд animadversiones («замечаний») — мы бы сказали «экскурсов». Из них отметим 15-й (стр. 186—188) — «Declamatio pro Epicuro» («Защитительная речь в пользу Эпикура»), а также 3 и 4-й («Об атомах» и «Рассуждение с Даниилом Зеннертом об атомах»). См. указ. соч., стр. 33—37.

[8] История работ Гассенди, посвященных Эпикуру, прослежена в кн.: B. Rochot. Les travaux de Gassendi sur Epicure et sur l'atomisme. 1619—1658, P., 1944.

[9] «De apparente magnitudine Solis humilis ac sublimis IV «epistolae». P., 1642 («Opera», III, 420—477). Ср. дальше, стр. 73.

В 1642 г., Гассенди издал десятую книгу «Жизнеописаний» Диогена Лаэртского, посвященную Эпикуру, снабдив ее новым латинским переводом и примечаниями[1]. За этим в 1649 г. последовали трехтомные «Замечания» на ту же десятую книгу Диогена[2]. Раздел, посвященный «жизни, нравам и мнениям Эпикура», разбит на 8 книг; первые две посвящены анализу биографических источников, третья — выяснению поводов и причин к созданию легенды о «безнравственности» Эпикура; далее идет реабилитация его по следующим пунктам обвинения: нечестие, зависть (неблагодарность к наставникам и т. п.), объедение, сладострастие, вражда к наукам. В тех же «Замечаниях» был напечатан «Систематический свод философии Эпикура», вышедший отдельным изданием после смерти Гассенди[3]. В этом сочинении Гассенди свел кратко, без ссылок на источники, все учение Эпикура, начиная от логики и кончая этикой. Он ничего не выкидывал: «Дабы Эпикурова философия могла быть изучена целиком, насколько то позволяют сохранившиеся следы ее, показалось необходимым ничего не урезывать, изымать, так же, как это не принято делать в отношении Аристотеля и прочих авторов, в том числе и самого Лукреция, книги которых издаются целиком»[4].

Во всех случаях «подводных камней» — учение о бесконечности мира, несотворенности мира, природы души и т. д. — Гассенди ограничился совсем краткими ссылками на другое свое сочинение «Систематический свод философии», увидевшее свет лишь после смерти автора[5]. Иными словами, он, по возможности, старался дать слово самому Эпикуру.

Исследователи позднейшего времени (Узенер, Бэли и др.), быть может, слишком строго судили о Гассенди-филологе. Ведь нельзя забывать, какая трудная задача стояла перед ним: уже древние авторы (например, Цицерон) не все понимали у Эпикура, язык его очень темен. Да и тот же Узенер должен был признать, что Гассенди с большой проницательностью немало текстов истолковал правильно.

Прогрессивные черты творчества Гассенди ясно проступают в его полемических выступлениях.

В 1624 г. молодой Гассенди выступил со смелой, пожалуй самой смелой, своей книгой — «против аристотеликов», т. е. современных ему схоластов[6].

Свет увидели только первые две части книги: первая посвящена вопросу

[1] См. в издании «Opera» (V, 1—166) «Liber decimus Diogenis Laertii cum nova interpretatione».

[2] «Animadversiones in decimum librum Diogenis Laertii, qui est de vita, moribus placitisque Epicuri». Lugduni, 1658, 3 vol. Этот труд не был включен в полном своем виде в лионское издание «Opera». Часть его отнесена к труду, указанному в предыдущем примечании, часть рассеяна по обоим томам «Syntagma philosophicum», а часть напечатана под заглавием «De vita, moribus et placitis Epicuri» («Opera», V, 167—236).

[3] «Syntagma philosophiae Epicuri, cum refutationibus dogmatum quae contra fidem christianam ab eo asserta sunt, appositis per Petrum Gassendum». Lugduni, 1659 («Opera», III, 1—94). Указание, что книга содержит опровержение «догматов», противоречащих христианской вере, не вполне соответствует действительности; здесь даны лишь отсылки к «Syntagma philosophicum» (см. дальше в тексте). «Свод» был переведен учеником Гассенди Сорбьером на французский язык, но остался неопубликованным.

[4] Там же (V, 2).

[5] «Syntagma philosophicum» впервые издано в лионском собрании сочинений Гассенди и занимает в нем первые два тома in folio. Этому труду Гассенди посвящено специальное исследование: L. Mandon. Etude sur le Syntagma philosophicum de Gassendi. Montpellier, 1858 (физическим теориям отведены стр. 21—35, т. е. уделено сравнительно небольшое внимание).

[6] «Exercitationes paradoxicae adversus aristoteleos, in quibus praecipua totius peripateticae doctrinae atque dialecticae fundamenta excutiuntur, opiniones vero aut novae aut ex vetustioribus obsoletae stabiliuntur». (Парадоксальные исследования против аристотеликов, в которых потрясаются главнейшие основания всего перипатетического учения и диалектики и утверждаются мнения как новые, так и непризнанные, старые). Gratianopoli, 1624; Amstelodami, 1649; Hagae, 1656, 1659 («Opera», III, 95—210).

о подлинности сочинений Аристотеля, вторая — аристотелевской логике. Части, посвященные физике, метафизике и морали, остались ненапечатанными. Одной из причин этого были последствия несостоявшегося диспута де Клава и его коллег, подвергшихся преследованию (см. выше, стр. 64). Позднее Гассенди писал Шикхарду: «Что касается прочих моих «Исследований», о которых ты спрашиваешь, почему они еще не вышли в свет, причиной тому времена и нравы. Я проявил в них немного бо́льшую свободу, чем то дозволяют нынешние условия. Ведь хотя я все и умеряю так, чтобы предотвратить наветы, тем не менее я еще не настолько счастлив, чтобы встретить вполне справедливых судей, а потому, стремясь отдать должное времени, помышляю и о безопасности. Оный предвестник [т. е. вышедший из печати том], появившись в свет без обычной апробации, едва не привел к трагедии. Подумай, что же должно было произойти со всем прочим заготовленным снаряжением? Итак, я жду другого оборота вещей и лучшей участи; а если она мне не улыбнется, буду петь самому себе и музам. Есть у меня и другие писания о философии древних, но, конечно, я храню их для себя и друзей—ведь то, что хвалит толпа, и то, что ей нравится,—совсем иного рода»[1]. Как не узнать в этом Эпикурово «λάθη βιώσας» — «живи незаметно»!

В предисловии к «Парадоксальным исследованиям», т. е. исследованиям, идущим против общепринятых мнений (δόξαι), Гассенди кратко рассказал о пройденном им пути исканий и сомнений. Из этого рассказа видно, какое влияние оказала на него литература итальянского и французского Ренессанса: сочинения Джованни Пико делла Мирандолы (1463—1494), испанского гуманиста Хуана Лодовико Вивеса[2] (1492—1540), воспитавшегося в Париже и значительную часть жизни прожившего в Англии и Бельгии, Петра Рамуса (Пьера де ла Раме, 1515—1572), скептически настроенного Пьера Шаррона (1541—1603).

Отвращение к самоуверенному догматизму схоластов роднило молодого Гассенди с Шарроном и Монтенем.

В своем раннем произведении, направленном против аристотеликов, Гассенди склонен был отдать предпочтение тем философам, которые, «желая показать одновременно и пустоту и недостоверность человеческого знания, занимали такую позицию, что могли в равной мере говорить за и против любой вещи»[3]. Позднее, когда он ближе и глубже познакомился с философией Эпикура, он преодолел скептическое безразличие — «акаталепсию», сохранив критическую настороженность и осторожность.

Имея в виду схоластов, Гассенди писал: «Нет ничего менее достойного этого имени, чем то, что нынче называют философией. Подлинная философия совершенно ускользнула из рук людей; она пребывает в тени и в тиши у немногих. Одну ее ты будешь лелеять, если любишь себя, и ей одной приносить свои обеты, черпая не из сора словесных хитросплетений, которые почти только и ценятся у наших философов в нынешние времена, но из глубины рассуждений, следы которых восходят к древним»[4]. Гассенди ставил в вину схоластической философии и ее зависимость от теологии, усматривая причину такой зависимости в том, что большинство преподающих философию — теологи, которые, «пренебрегая вещами философскими, вводят в нее предметы столь чуждые». «В конце концов настоящая философия совершенно гибнет»— констатировал он в заключение[5].

[1] Письмо от 27 августа 1630 г. (VI, 35—36).

[2] Вивес написал против схоластов сочинение «О причинах порчи искусств» (1531)—«De causis corruptarum artium libri, V» (вошло в его «Opera», t. I, Basileae, 1555). Антисхоластические высказывания Гассенди во многих местах очень напоминают Вивеса.

[3] «Opera», III, 99.

[4] Письмо от 8 февраля 1630 г. («Opera», VI, 30).

[5] «Opera», III, 108.

Гассенди претило не только содержание, но и форма схоластики, ее варварский язык, отчужденный от жизни, и это роднило его с такими гуманистами XVI в., как Вивес[1].

Посмотрим теперь, как и против чего выступал Гассенди в полемике с Декартом. Эта полемика относится ко времени после выхода в свет Декартовых «Размышлений о первой философии» (1641)[2]. Полемика была направлена против картезианского дуализма, атаковала декартовское противопоставление имматериального мышления материальному бытию, непротяженности и протяженности. Характерны те обращения, которыми пользовались оба противника, споря друг с другом. «О mens! — О мысль!»— восклицал Гассенди, обращаясь к Декарту. «О caro! — О плоть!» — отвечал ему Декарт. Гассенди утверждал, что Декартом не доказана нематериальная природа мыслящего субъекта. Из того, что в понятие мышления как такового не включается понятие телесности, нельзя еще заключать, что сам мыслящий предмет не может быть телесным. По Гассенди, вывод Декарта равносилен следующему: в понятие «я — отец своего сына» не включается понятие «я — сын своего отца». Но это не значит, что отец своего сына не может быть одновременно и сыном своего отца[3].

«Ты утверждаешь, что не должен без разумного основания считать мыслящую субстанцию тонким телом... Согласен, ты поступаешь прекрасно, но я не согласен с тобой в том, почему ты сам без разумного основания признаешь, что она н е е с т ь тонкое тело»,— писал Гассенди. По Гассенди, утверждение Декарта равносильно тому, как если бы мы стали признавать нематериальность ветра на том только основании, что он не есть ни орел, ни копье, ни облако, ни что-либо иное, летящее в вихре этого ветра. «Ты скажешь — человек легко может заметить, что мчащийся ветер вздымает пыль, приводит в движение деревья, валит с ног людей, волнует морскую гладь и производит прочее подобное, свидетельствующее о наличии телесной субстанции. А между тем ты сам видишь, что и мыслящий ум возбуждает жизненные духи, движет члены, порождает аффекты, переворачивает все внутреннее существо человека, вызывает прилив крови к лицу, стесняет грудь, приводит в исступление, в бесчувствие и т. п. Неужели все это — не свидетельства о телесной субстанции?»[4].

Правда, вызывали сомнения у Гассенди и физические теории Декарта. В одном из писем он писал: «Меня удивляет, что отменный геометр мог настолько вдаться в мечтания и химеры, и больше того, выдавать их за надежные доказательства». Гассенди не соглашался со взглядом Декарта на бесконечность Вселенной, с отождествлением телесности и протяжения, и с допущением, что тела могут размельчаться на частицы различной формы без образования пустот[5]. Однако это были хотя и большие, но все же частные вопросы. Главным оставалось то, что в своем споре с Декартом Гассенди открывал дорогу к материалистическому толкованию явлений там, где Декарт резко противопоставлял телесное бытие бестелесному мышлению[6].

[1] «Opera», III, 110. После этих заявлений самого Гассенди странно читать в монографии, посвященной его отношениям к схоластике, следующие строки: «Таким образом схоластика, рядом с античной атомистикой, оказывается вторым большим источником его философии. И результатом является вполне спиритуалистический, тенстически окрашенный и самобытный атомизм» (P. P e n d z i g. Pierre Gassendis Metaphysik und ihr Verhältnis zur scholastischen Philosophie. Bonn, 1938, S. 174).

[2] Дальнейшие цитаты — по лионскому изданию сочинений Гассенди («Opera», III, 269—410).

[3] «Opera», III, 293.

[4] «Opera», III, 296.

[5] «Opera», VI, 217.

[6] Сказанное не противоречит тому, что дальше (см. стр. 73) говорится о двойственности самого Гассенди. Двойственность оставалась и у Декарта и у Гассенди. Но демаркационная линия проходила иначе там и здесь.

Исторически-прогрессивная сторона деятельности Гассенди с особенной отчетливостью раскрывается там, где ему приходилось выступать противником обскурантизма и всякого рода суеверий.

Здесь он проявлял особую враждебность и непримиримость ко всякого рода попыткам слить естественные науки с мистическими и религиозными представлениями.

Так, 20 марта 1629 г. в Риме наблюдалось интересное явление четырех ложных солнц. Гассенди посвятил ему небольшой трактат[1]. И в этом трактате он не премишул подвергнуть критике взгляд, согласно которому подобное явление можно было бы рассматривать как «небесное знамение», как некое предуказание «воли божией».

Сначала Гассенди весьма осторожно заявил, что воля божия раскрывается вовсе не в природных «знамениях», а в Библии: ведь в случае, когда «нужно узнать волю божию», утверждал Гассенди, обращаются к пророкам и апостолам, а не к физикам и астрологам. В следующей фразе робко прорывается мысль деиста: «Стало быть, бог предоставил природе действовать самостоятельно и сохранять порядок, который он в ней однажды премудро установил». Я говорю «робко», потому что вслед за тем опять появляется оговорка богослова: «правда, бывают случаи, когда бог предпринимает нечто, идущее вразрез с этим порядком,— останавливает Солнце или заставляет его двигаться вспять (как рассказывается о том в Библии); однако всегда в этих случаях людям ясна цель, ради которой бог это делает». Этого нет в явлении ложных солнц[2]. Только после таких оговорок Гассенди-просветитель начинает говорить полным голосом: «Конечно, мне кажется не только ребячеством, но и глупостью страшиться от этих знамений того, что люди наперебой вымышляют в своих грезах. Как будто есть какая-то связь между делами человеческими и этими парами, которые поднимаются с земли, уплотняются, освещаются, являют те или иные обличия! Как будто есть в этих парах какое-то чувство, больше того — предчувствие вещей, которых еще нет, которые еще не пришли нам в голову, которые должны произойти по чистому произволению! О треножник! о Пифия! о прорицалище! Что же станется с вами, коль скоро пророческое дуновение веет теперь уже во стольких местах и столь часто!»[3].

И с полной определенностью звучат после этих обличительных восклицаний по адресу суеверия и невежества ноты нового, натуралистического мироощущения, чуждого средневековому антропоцентризму: «Такова наша суетность, что нам кажется, будто мы одни достойны и единственно ради нас появляются столь великие знамения. Ведь мы полагаем, будто наши дела столь много значат для воздуха, неба, всего мира, что если мы замышляем войны, страдаем болезнями, если нам угрожает беда, то сама природа тотчас же приходит в движение и должна схватить кисть, изображая все в виде эмблемы на своей картине»[4].

Еще более резко те же черты проступили в полемике с мистиком-розенкрейцером Робертом Флуддом (1574 — 1637). Сочинения этого английского медика представляли собою фантастическую смесь каббалистической философии, астрологии, алхимии, медицины, физики, теории музыки. В таких книгах, как «Священная и доподлинно-христианская философия или космическая метеорология», «Моисеева

[1] «Opera», III, 651—662. Явление наблюдал в Риме Х. Шейнер. Кардинал Барберини переслал описание его Пейреску, который сделал с него несколько копий. Одна из копий попала к Гассенди; такой же текст получил Декарт, что явилось одним из стимулов к началу его занятий метеорологией.

[2] «Opera», III, 659.

[3] «Opera», III, 661.

[4] Там же.

философия» и др.[1], Флудд яростно ополчался против чисто физического объяснения ветра, всерьез стараясь доказать, что воздух есть часть мировой души, ветер — дыхание, исходящее из уст самого Иеговы, что он имеет «ангельскую природу» и т. д.

Флудд ожесточенно полемизировал с Мерсенном и Кеплером, претенциозно изобразив свою полемику с первым как бой Софии и Мории, т. е. Мудрости и Глупости. По просьбе Мерсенна в спор вмешался Гассенди, написав в 1630 г. «Исследование философии медика Роберта Флудда»[2]. И здесь Гассенди повторил свою прежнюю мысль о необходимости отграничить физику от Библии, особенно восставая против той мистической амальгамы религии и науки, к которой стремился Флудд. «Прежде всего я сказал бы здесь,— писал Гассенди,— о злоупотреблении священным писанием, и это прежде всего относится к физике Флудда и прочих алхимиков. Мне не представляется последовательным и благочестивым поведение тех, кто сейчас же ищет покровительства в писании для всего, что только им пригрезится в физике». По Гассенди, в намерение «священного писания» вовсе не входило преподать «отменную физику»: «замысел его был в том, чтобы мы любым путем научились вещам, относящимся к нашему спасению; и если мы их усвоим,— писанию мало заботы, чтобы все в точности соответствовало мерилу физиков». Преследуя свои цели, «священное писание», по мнению Гассенди, пренебрегает как «изящным сплетением слов», так и «возвышенным учением о природных вещах (sublimis eruditio rerum naturalium)».[3].

К несколько более позднему времени относится другой спор — с математиком-астрологом Ж.-Б. Мореном (1583—1656), который видел врагов религии и церкви повсюду и не брезговал доносами. Морен выступил с критикой Гассенди, опубликовав книгу в защиту геоцентризма под громким названием «Сломанные крылья Земли»[4]. Делая явный намек на судьбу Галилея, он советовал Гассенди «никогда не быть римостремительным, но всегда римобежным». «Ибо,— заявлял Морен,— я опасаюсь, как бы в Риме не обошлись с ним более сурово, чем с Галилеем, коль скоро после осуждения последнего он попытался вновь вооружить против церкви умы, склонные к головокружению»[5]. Гассенди ответил Морену[6], заверяя в своей ортодоксальности, но от последующей полемики уклонился, предоставив продолжение спора своему ученику Бернье: когда в 1650 г. Морен выпустил брошюру «Против эпикурейской философии Гассенди», объявляя, что «атомистическая гипотеза Эпикура есть чистый вымысел» и что Гассенди погрешил «против бога, против церкви и против природы», ему ответил за своего учителя Бернье памфлетом «Анатомия смехотворной мыши, т. е. рассуждения Ж.-Б. Морена»[7]. Затем Морен написал «Защиту» своего рассуждения[8], против которой вторично выступил Бернье с новым памфлетом «Прах смехотворной мыши». Тогда Морен, скрывшись под псевдонимом, опубликовал «Письмо» к самому себе «О трех обманщиках»[1]. Сам Гассенди остался; таким образом, в стороне от последующих споров; а до каких пределов разгорелись страсти, видно хотя бы из того, что Морен обозвал своего противника Бернье «демонейшим демоном, дьяволейшим дьяволом и сатанейшим сатаной»[2].

Спор с Мореном был показателен в двух отношениях. Во-первых, он еще раз подтвердил, что Гассенди стоял на прогрессивных позициях и тем вызывал небезосновательные подозрения реакционеров; во-вторых, он еще раз показал, что Гассенди стремился руководствоваться в своем поведении эпикурейским правилом: «живи незаметно!».

Защищаясь от нападок Морена и заверяя, что он не идет против установлений церкви, Гассенди был также уклончив и в письме к Кампанелле, при первых известиях о начале второго процесса Галилея: «Из обширных недавних писем Галилея я узнал, что вскоре он будет в Риме, куда он вызван. Удивляюсь этому, потому что он не писал ничего не апробированного. Впрочем,

[1] R. de Fluctibus. Philosophia sacra et vere christiana seu de meteorologia cosmica. Francofurti, 1626; Integrum morborum mysterium, Francofurti, 1631; Philosophia Moysaica. Goudae, 1638.

[2] Под этим заглавием книга Гассенди напечатана в лионском издании его сочинений (т. III, стр. 211—268).

[3] «Opera», III, 231.

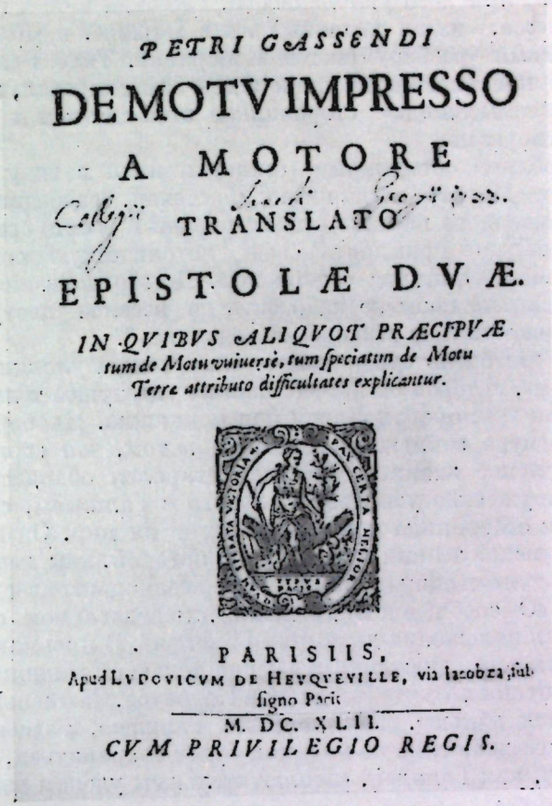
[4] Jo.-B. Morinus. Alae telluris fractae. P., 1643.

[5] Цитирую по Гассенди («Opera», III, 528).

[6] См. третье письмо сочинения «De motu impresso a motore translato». «Opera», III, 520—563.

[7] Полемика Бернье и Морена изложена в кн.: K. Lasswitz. Geschichte der Atomistik..., B. II, S. 183—188 (полное заглавие см. выше, на стр. 65).

[8] Jo.-B. Morinus. Defensio suae dissertationis de atomis et vacuo. P., 1651. Эта брошюра не принята во внимание Лассвицем. Экземпляр ее имеется в Гос. публичной библиотеке в Ленинграде.


PETRI GASSENDI

DE MOTV IMPRESSO

A MOTORE

TRANSLATO

EPISTOLÆ DVÆ.

IN QVIBVS ALIQVOT PRÆCIPVÆ tum de Motu vniuersè, tum speciatim de Motu Terræ attributo difficultates explicantur.

PARISIIS,

Apud LVDOVICVM DE HEVQVEVILLE, via Iacobæa, sub signo Pacis

M. DC. XLII.

CVM PRIVILEGIO REGIS.

Титульный лист книги П. Гассенди «О сообщении движения, передаваемом от движущего»

[1] Третьим «обманщиком», наряду с Гассенди и Бернье, был Мишель Нёре (Neuré ум. в 1677).

[2] Jo.-B. Morinus. Defensio..., p. 23.

не нам вникать в эти вопросы (sed nostrum non est nósse haec momenta)»[1]. И тем не менее при всей уклончивости, Гассенди в 40-х годах, после галилеевского процесса, издал читанный им в Париже, в «Коллеж де Франс», курс, посвященный разбору систем Коперника, Тихо Браге и Птолемея[2]. Правда, защиту коперниканства он и здесь замаскировал, вложив ее в уста возможных «благомыслящих» сторонников этой системы и обставив ее всевозможными оговорками.

Именно подобные осторожные оговорки имел в виду в своей юношеской диссертации Маркс, когда писал: «Гассенди, освободивший Эпикура от интердикта, наложенного на него отцами церкви и всеми средними веками,... старается как-нибудь примирить свою католическую совесть со своим языческим знанием, Эпикура с церковью. Но это, конечно, был напрасный труд. Это равносильно попытке набросить на веселое цветущее тело греческой Лаисы христианское монашеское одеяние»[3].

Уподобление это очень существенно. Оговорки и уловки Гассенди были именно «одеянием», которое он набрасывал на «цветущее тело» эпикурейской философии. Он не гримировал Лаису под монахиню. Наоборот, главная его историческая заслуга заключалась именно в том, что своими трудами он возрождал «языческое знание». Гассенди старался обходить острые углы, но неслучайно дружеские узы связывали его с Галилеем, связывали и как астронома, и как сторонника нового воззрения на мир. Он восторженно отзывался о галилеевской теории приливов, в которой, как известно, итальянский ученый усматривал одну из главных опор гелиоцентрического воззрения[4].

В письмах «О сообщенном движении, передаваемом от движущего», Гассенди развивал положения динамики Галилея[5]. В письмах «О пропорции, в которой ускоряют свое движение падающие тела», он защищал галилеевские положения от критики иезуита Казре (или Казреуса, Cazraeus)[6]. В некоторых пунктах он пошел дальше. Так, подобно Галилею, Гассенди утверждал, что горизонтальное движение по инерции будет сохраняться, но это постоянство он не считал, как Галилей, «исключительным уделом движения, параллельного горизонту»[7].

Труды Галилея и Декарта, которые порою разными путями, но одинаково приводили к корпускулярно-атомистической картине мира, показывают, что понятия корпускулы и атома становились центральным понятием естествознания. Возрождение и дальнейшее развитие эпикурейской атомистики в трудах Гассенди двигалось в русле того же широкого течения. Существенно подчеркнуть, что одновременно все более проявлялась тенденция разделить проблемы математической и физической атомистики, обособить вопросы чисто физической атомистики от старинных философских споров о «строении континуума». Эта тенденция стала заметна уже в XVI в. в сочинениях Петра Рамуса (Пьера де ла Раме), о котором с восхищением отзывался Гассенди и который заявлял: «Пусть у математика будут величины бесконечно делимые, у физика ничего не должно быть, кроме конечного, кроме конечно делимого, кроме того, что существует в физическом теле, чувственном, осязаемом, конечном и, конечно, делимом»[1].

[1] «Opera», VI, 56. Письмо от 10 мая 1633 г.

[2] «Institutio Astronomica, juxta hypotheseos tam veterum quam Copernici et Tychonis Brahaei». «Opera», IV, 1—73. «Institutio» была издана в Париже в 1647 г., переиздана в Лондоне (1654) и Гааге (1656).

[3] К. Маркс. Различие между натурфилософией Демокрита и натурфилософией Эпикура. К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. I. М.— Л., 1928, стр. 26.

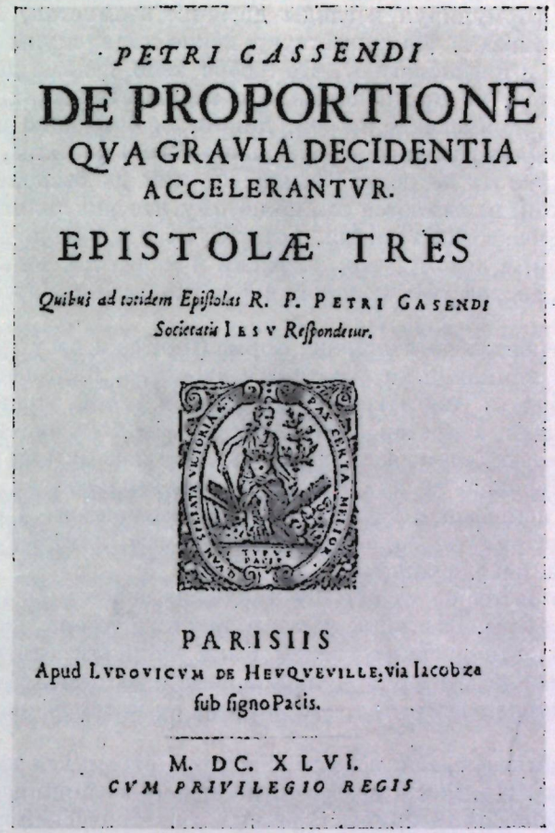
[4] «Opera», VI, 54.

[5] «Opera», III, 478—563. Первые два письма появились в 1642 г. третье (ответ Морену, см. выше, стр. 64) — в 1649 г.

[6] «Opera», III, 564—650.

[7] Ср. P. Duhem. De l'accélération produite par une force constante — Congrès international de philosophie, II-e session. Genève, 1905, p. 909; B. Rochot. Beeckmann, Gassendi et le principe d'inertie — Archives internationales d'histoire des sciences, vol. 31 (1952), p. 282—289 (см. также «Actes du VI-e congrès international d'histoire des sciences», vol. II. P., 1953, p. 450—457).

Точно так же «лувенские эпикурейцы», или «эмпедокловцы», к которым принадлежал Путеанус, провозглашали, по словам Фромонда[2]: «Пусть все


PETRI GASSENDI

DE PROPORTIONE

QVA GRAVIA DECIDENTIA ACCELERANTVR.

EPISTOLÆ TRES

Quibus ad totidem Epistolas R. P. PETRI GASENDI Societatis IESV Respondetur.

PARISIIS

Apud LVDOVICVM DE HEVQVEVILLE, via Iacobæa sub signo Pacis.

M. DC. XLVI.

CVM PRIVILEGIO REGIS

Титульный лист книги П. Гассенди «О пропорции, в которой ускоряют свое движение падающие тела»

математики побеждают в меланхолическом и отрешенном от чувств трибунале их Евклида,— мы зовем в область физики, где без сомнения победителями окажемся мы». Иными словами, они повторяли мысль Рамуса о бесконечной делимости математического пространства и дискретной структуре физической материи. И, наконец, сам Гассенди не уставал повторять, что атомы Эпикура — мельчайшие физические тела, а потому все математические аргументы, почерпнутые из области споров о бесконечной делимости континуума, бьют мимо. Мир математиков, утверждал он, «как бы особое царство», в котором количество рассматривается в отвлечении от материи; математики «в своем царстве абстракции предполагают те неделимые, которые не имеют частей,

[1] Petrus Ramus. Scholarum physicarum libri octo in totidem acroamaticos libros Aristotelis. Francofurti, 1583, p. 149 (экземпляр в Гос. публичной библиотеке в Ленинграде).

[2] L. Fromondus. Labyrinthus sive de compositione continui. Antverpiae, 1631, p. 56.

длины, ширины, и то множество и деление частей, которые никогда не доходят до конца. Не таковы физики, которым, поскольку они вращаются в царстве материи, ничего из этого не дозволено»[1].

Такова формулировка, содержащаяся в посмертно изданной «Синтагме» Гассенди. Но уже при его жизни, в 1642 г. появилась спрятанная в сочинении «О кажущейся величине Солнца» программная декларация принципов атомизма[2]. Сжато формулируя взгляды древних атомистов, Гассенди писал: «И они так доказывают, что существуют некие корпускулы подобного рода: хотя математики и предполагают, что любое тело делимо до бесконечности, исходя, разумеется, из предположения о несуществующих вещах, каковы, например, точки, не имеющие частей, линии, не имеющие ширины и т. д., тем не менее Природа, деля или разрешая тела на частицы, из которых эти тела сотканы, никогда не делит бесконечно или до бесконечности. Отсюда явствует, что атомы называются так не потому, что они являются, как обычно думают, математическими точками, которые не поддаются рассечению из-за отсутствия частей, а потому, что, хотя они и являются тельцами, нет такой силы в природе, посредством которой они могли бы быть рассечены или разъединены».

Атомы различаются по величине, форме (figura) и весу (pondus). Следует обратить особое внимание на это третье свойство: под «весом» — Гассенди понимал способность двигаться, благодаря которой «каждый свободный атом, не входящий в состав скопления других, увлекается быстрейшим движением, превосходящим всякую мысль. Вот почему они [древние атомисты] считали материю не косной, а самодвижущейся и во всех отношениях действенной (plane actuosam)». Подобное движение, говорит Гассенди, излагая учение древних атомистов, присуще и тем атомам, которые входят в состав тел, кажущихся неподвижными.

Но, изложив античное учение о «самодвижущейся и во всех отношениях действенной материи», Гассенди, как и в других случаях, счел необходимым внести оговорку, что древние авторы были неправы, отвергнув существование «отрешенной от материи причины, которою было создано скопление атомов, или материал всех тел,— причины, от которой оно получило свое движение».

Таким образом здесь, как и везде, Гассенди стремился ввести «христианские коррективы». Но, как и везде, он не стремился приписать Эпикуру то, чего греческий философ не думал. Стремясь к исторической правде, Гассенди честно говорил: да, Эпикур думал так, но я думаю (и следует думать) иначе. Поступая подобным образом, Гассенди вряд ли сознавал всю «взрывчатость» своего исторического дела. Стремясь «ничего не урезывать, изымать», Гассенди едва ли сознавал, что его «Синтагма Эпикуровой философии» — бочка с порохом, разрушительную силу которой не смогут парализовать отсылки к опровержениям и изобличениям.

Среди исследователей до настоящего времени нет единого мнения по вопросу об искренности Гассенди. Так, Пентар считает возможным говорить о «двух философиях», — одна, эпикурейская, характеризует подлинное лицо Гассенди, другая есть результат сознательного расчета и компромисса (philosophie spontanée et philosophie calculée). Наоборот, Рошо заявляет, что «Гассенди остался в полном согласии со своею совестью и самим собой»[3]. Но как бы ни решался этот тонкий и сложный психологический вопрос о цельности и раздвоенности, об искренности и лицемерии, мы вправе рас-

[1] «Syntagma philosophicum», pars 2, sect. 1, lib. 3, cap. 5 («Opera», I, 264—265).
[2] «Opera», III, 466—467.
[3] B. Rochot. Les travaux de Gassendi..., p. 195.

сматривать независимо от него объективное содержание и объективные результаты исторического дела Гассенди. И тогда для нас станет вполне ясно, в чем мертвые и в чем жизнеспособные элементы его системы, какие стороны ее принадлежали прошлому, и какие — будущему.

Об этом можно судить уже по одному тому, в какой среде философия Гассенди дала свои первые ростки. Уже давно было замечено, что гассендисты «продолжали войну, которую Гассенди вел против спиритуализма Декарта», и что большинство их было врачами[1]. Таковы Ф. Бернье (ум. в 1688), составивший восьмитомное «Сокращение философии Гассенди»[2], и С. Сорбьер (1615—1670), автор биографии Гассенди, предпосланной лионскому изданию его сочинений[3]. К этим именам следует присоединить имя английского медика Уолтера Чарлетона (1619—1707)[4].

Понятно, что форма, в которую Гассенди облекал изложение эпикурейской философии, была обусловлена временем. Он пропагандировал ее путем исторических исследований, или ad hoc в письмах и специальных сочинениях, попутно, например, в сочинении о кажущейся величине Солнца. И тот итог всех его трудов — посмертно изданная в двух больших томах «Синтагма» или «Свод философии» — по своей структуре в сущности повторил традиционно-аристотелевское подразделение философии и физики. Точно так же и «Сокращение» ученика Гассенди, Бернье, следовало аналогичной схеме. В «Синтагме» Гассенди, в разделе физики, имеются, например, книги «о материальном начале», «о действующем начале», «о возникновении и уничтожении»; у Бернье расположение напоминает традиционный порядок физических книг Аристотеля и комментариев к ним. Но в эти «ветхие мехи» вливалось «вино новое»; создается впечатление, что на старые книжные полки и Гассенди и Бернье ставили новые книги, радикально обновляли состав библиотеки, не нарушая общего расположения шкафов. Наряду с исторической трактовкой проблем, с попытками изложить историю того или иного вопроса физики, Гассенди включал в состав «Синтагмы» новые факты и новые опыты, например, сенсационные эксперименты того времени с получением барометрической пустоты, которые должны были, по мнению Гассенди, служить одним из подтверждений его мыслей о пустом пространстве, и т. д.

Таким образом, философия Гассенди оказалась одним из связующих исторических звеньев между античным атомизмом и материализмом последующего времени, в частности, французским материализмом XVIII в.

И все-таки, в конечном итоге нельзя не признать, что громоздкая форма «Синтагмы философии» убила доходчивость и живость первоначальной мысли ее автора.

Последующие поколения нашли новые, более острые, более разящие формы для тех материалистических положений, которые оказались забальзамированы в Гассендиевой «Синтагме». Но и для последующих поколений сохранила свое очарование та жизнь, которая видна за «готическими аркадами», за лесом искусственных построений, завершивших многолетние искания и труды.

[1] F. Bouillet. Histoire de la philosophie cartésienne, t. I. Paris — Lyon, 1854, p. 537.
[2] F. Bernier. Abrégé de la philosophie de Gassendi. Lyon, 1676; дополн. изд.— Лион, 1684 (отдельные части появились уже в 1674—1675 гг.).
[3] «Samuelis Sorberii Praefatio, in qua de vita et moribus Petri Gassendi disseritur». «Opera», I [ненумерованные] л. 3—17 об.
[4] W. Charleton. Physiologia Epicuro-Gassendo-Charletoniana or a fabrick of science natural upon the hypothesis of atoms, founded by Epicurus, repaired by Petrus Gassendus augmented by Walter Charleton, Dr. in Medicine and Physician to the late Charles, monarch of Great Britain. The first part. London, 1654.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Л. С. ПОЛАК

ИЗ ИСТОРИИ ВОЛНОВОЙ ТЕОРИИ СВЕТА

(Волновая теория света Т. Юнга)

К концу XVIII в. большинству ученых казалось, что волновая теория света после длительной и ожесточенной борьбы с корпускулярной теорией окончательно повержена и уже никогда не воспрянет. Однако великое сражение, экспериментальное и теоретическое, которое завершилось поражением старых корпускулярных воззрений на природу света и триумфальным шествием волновой теории, было еще впереди.

В начале XIX в. Томас Юнг (1773—1829 гг.) возродил волновую теорию, обосновал ее новыми экспериментальными фактами и обогатил новыми физическими идеями. Научные интересы Томаса Юнга были исключительно многообразны. Юнгу принадлежит введение в науку модуля упругости (модуль Юнга), он впервые дал механической работоспособности движущейся массы, измеряемой произведением массы на квадрат скорости, наименование «энергии», наряду с Румфордом и Дави Юнг выступил против гипотезы теплового флюида и т. д. Он обогатил теорию упругости, теорию зрения, океанографию, металлургию, египтологию (ему принадлежит первый правильный по основной идее опыт расшифровки иероглифов) и написал много работ на самые разнообразные темы. Среди них и статьи о заводах, вырабатывающих железо, о музыке и живописи, о прочности мостовых ферм, об атмосфере Луны, о средствах укрепления остова линейных кораблей, о роли сердца и артерий в явлении циркуляции, о желтой лихорадке и т. п.

Юнг свободно владел многими древними и новыми языками. Он хорошо знал музыку и бегло играл на многих инструментах, был отличным живописцем и искусным наездником, так что мог состязаться даже с Франкони и другими знаменитостями цирка[1].

Заинтересовавшись физической оптикой в связи со своими медицинскими занятиями и астрономическими наблюдениями, Юнг приступил к работам в области теории света, которая обязана ему фундаментальным открытием — принципом интерференции.

Встреченный чрезвычайно враждебно приверженцами корпускулярной теории, он почти в полном одиночестве защищал свои взгляды. Особенно резко выступил против него Брум (Brougham — будущий лорд-канцлер Британии) в журнале «Edinburgh Review». Брум нападал не только на теорию Юнга, но и на ее автора. Он упрекал Юнга в «опасном пренебрежении принципами логики», называл его гипотезу фантазией; он обращал внимание

[1] Более подробные биографические сведения о Юнге см. в работах: Ф. Араго. Т. Юнг. «Успехи физич. наук», т. XVIII, 1937, вып. 2, стр. 252—278; П. С. Кудрявцев. История физики, т. I. М., 1948, стр. 376 и сл.; Peacock. Life of Thomas Young. London, 1855.

Королевского общества наук на то, что оно печатает в своем журнале «такие поверхностные и бессодержательные статьи».

Для характеристики хода полемики Брума с Юнгом любопытно отметить, что ответ Юнга, который был им написан и издан в виде отдельной брошюры, разошелся всего в одном экземпляре.

Несмотря на научное одиночество, Юнг продолжал разработку своей теории и экспериментальные исследования. Однако критика Брума при всей ее необоснованности и поверхностности привела к тому (особенно если принять во внимание полное господство корпускулярной теории света в ученых кругах Англии), что развитие волновой оптики задержалось на несколько лет. Работы Юнга долго оставались неизвестными и на континенте. Даже люди, специально занимавшиеся оптикой, например Араго, случайно узнавали о достигнутых им результатах. В значительной мере это объясняется тем, что первые работы Юнга были опубликованы в период наполеоновских войн.

Глубокая связь научной теории с широкой технической практикой характерна для творчества Юнга и лучше всего проявилась в его двухтомном труде «Курс лекций о натуральной философии и о механических искусствах» («A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts.»), в котором он, наряду с вопросами теоретической и прикладной физики и механики, рассматривает самые разнообразные технические и технологические проблемы различных производств.

В 1799 г. Т. Юнг начал писать трактат по оптике, который был напечатан в 1800 г.[1] В этой работе он указывает на трудность, стоящую перед корпускулярной теорией. Скорость всех световых корпускул одинакова, независимо от того, какой характер и величину имеет та отталкивательная сила, которая их выбрасывает из светящихся тел. Это, конечно, непонятный факт, если исходить из корпускулярной теории. Но с точки зрения волновой теории, факт независимости скорости света от характера источника объясняется чрезвычайно просто: по этой теории, свет есть волны, распространяющиеся как возмущения в некоторой среде, аналогичной эластичной жидкости.

Однако самое существование этой среды — эфира — не является доказанным. Тем не менее Юнг находит аргументы в пользу существования эфира. Эти аргументы он берет из области электрических явлений, устанавливая тем самым некоторую связь между оптическими и электрическими явлениями. Юнг говорит: «...то, что среда, похожая во многих своих свойствах на те, которыми характеризуется эфир, действительно существует с несомненностью доказывается явлениями электричества; и аргументы против существования такого эфира повсюду (throughout) во Вселенной получили достаточно хороший ответ со стороны Эйлера». И далее Юнг продолжает: «Быстрое распространение электрического разряда показывает, что электрическая среда обладает упругостью такой величины, которую необходимо предположить для распространения света. Вопрос о том, должен ли электрический эфир рассматриваться как тот же световой эфир, если только такая жидкость существует, может быть будет разрешен экспериментом; до сих пор я, однако, не был в состоянии наблюдать, что преломляющая сила жидкости претерпевает какие-либо изменения под действием электричества»[2].

[1] Th. Young. Outlines of experiments and inquires respecting sound and light. «Phil. Trans.», 1800, p. 100 sq.

[2] Th. Young. Outlines of experiments and inquires respecting sound and light. A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts, vol. II, London, 1807, p. 542. Существенно отметить, что еще за 45 лет до Юнга те же вопросы интересовали М. В. Ломоносова. В его неопубликованных в то время рукописях находим: «16. Надо поставить опыт, будет ли луч иначе преломляться в стекле или воде наэлектризованных»

Это интересное место показывает замечательную силу научной мысли Юнга. Необходимость ввести непрерывную среду — эфир — и невозможность обосновать ее существование на основе аргументов, почерпнутых только из оптики, приводят к привлечению материала из других отделов физики. И как всегда, когда частности не заслоняют общей картины, идея всеобщей связи материальных явлений природы оказывается могучим руководящим принципом. Эфир существует, но его роль шире, чем роль носителя только оптических явлений. В нем происходят разнообразные процессы природы как электрические, так и оптические. В частности, по гипотезе Юнга, развивающей взгляды Гюйгенса и его последователей, свет есть волны в эфире. Эта гипотеза, по мнению Юнга, не упирается в такие трудности, которые стоят перед корпускулярной теорией, но позволяет объяснить и предсказать явления, которые не укладываются в рамки этой теории. Достоинством волновой гипотезы является то, что для нее не существует трудностей в объяснении явления частичного отражения и частичного преломления света. На помощь волновой теории в этом случае приходит мощное оружие физической аналогии. Звук — также волновое явление, и хорошо известен факт частичного отражения звука от облаков или от более плотных слоев воздуха. И факт одинаковой скорости света, независимо от источника, его излучающего, очень просто объясняется волновой теорией: все импульсы распространяются в упругой среде с одной и той же скоростью. Уже самое название раздела X работы Юнга, которая в основном посвящена исследованию звука, очень характерно: «Об аналогии между светом и звуком». Юнг здесь непосредственно восходит к идее Гюйгенса. Для того чтобы построить теорию оптических явлений, необходимо воспользоваться как отправным пунктом аналогией формы звуковых и световых явлений.

Для Гюйгенса полного тождества формы световых и звуковых явлений не было. Внутренняя природа этих явлений, различаясь и по носителю (воздух и эфир) и по характеру, совпадала только в том отношении, что и то и другое, т. е. и звук и свет, по мнению Гюйгенса, суть явления механические, требующие и допускающие исчерпывающую механическую интерпретацию. С этого начинает и Юнг.

Прежде всего Юнг еще раз сводит воедино все аргументы против корпускулярной теории и за теорию волновую. Вот основные из них: «Свет, вероятно, есть волна в упругой среде.

A. Потому что его скорость в одной и той же среде всегда одинакова.

B. Потому что всякое преломление сопровождается частичным отражением...

D. Потому что дисперсия различно окрашенных лучей также совместима с этой точкой зрения, как и обычное мнение, которое приписывает ей в качестве номинальной причины различное избирательное притяжение.

E. Потому что преломление и отражение, в общем, равным образом объяснимы обоими (т. е. корпускулярным и волновым. — *Л. П.*) предположениями.

F. Потому что изгибание света так же хорошо, и даже лучше, объясняется волновой теорией.

(М. В. Ломоносов. 127 заметок к теории света и электричества. Полн. собр. соч., т. 3. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, стр. 241).

Лишь в 1875 г. Керр открыл явление двойного лучепреломления под действием электрического поля.

Между прочим, Юнг знал работу Ломоносова «Слово о происхождении света» и безусловно принял ее во внимание при разработке своей теории зрения и цветов. Во втором томе «Курса лекций о натуральной философии и о механических искусствах», на стр. 290, Юнг в списке литературы по оптике приводит: «Lomonosow de origine lucis, Petersb., 1758».

G. Потому что все явления цветов тонких пластинок, которые совершенно необъяснимы с помощью обычной гипотезы, допускают полное и простое объяснение с помощью этого предположения. Аналогия, которая здесь лишь поверхностно отмечается, будет, вероятно, скоро опубликована со всеми деталями; она будет распространена на цвета тонких пластинок и на световые каемки, производимые изгибанием света, согласно собственным экспериментам Ньютона, дающим наиболее убедительный аргумент в пользу этой системы»[1].

Из последнего пункта можно сделать вывод, что Юнг уже тогда владел принципом интерференции и некоторыми из его наиболее важных применений; они были изложены в его замечательной работе «On the theory of Light and Colours», которую он прочитал в Королевском обществе 12 ноября 1801 г. и опубликовал в «Philosophical Transactions» в 1802 г. Эта статья начинается с краткого рассуждения о роли и месте гипотез в науке, которым автор как бы хочет оправдать их применение. В то время это было необходимо, так как тогда господствовала ньютонианская школа, целиком отрицавшая значение гипотезы в познании (и приписывавшая этот взгляд Ньютону). Позиции этой школы были сильны, особенно в Англии. Юнг считает, что изобретение «правдоподобных гипотез», независимо от связи с экспериментальными наблюдениями, приносит очень малую пользу развитию науки. Однако «...открытие простых и единых принципов, при помощи которых большое число разнородных по видимости явлений сводится к связанным и всеобщим законам, должно всегда почитаться имеющим большую важность для усовершенствования человеческого интеллекта; и пропорционально тому, чем больше явлений оказываются в согласии с установленными принципами, должно признать, что эти принципы все более и более приобретают право считаться не гипотезой, а фундаментальными законами природы»[2]. Это для Юнга — руководящее методологическое положение. Чем большую группу явлений охватывает волновая теория света, тем больше она «приобретает право считаться не гипотезой», а фундаментальным законом природы. Гипотеза у Юнга выступает не как вспомогательная конструкция, не как леса, которые убираются по мере завершения построения научного знания. Для Юнга гипотеза — это попытка уловить основной закон природы, связывающий то, что внешне выступает как разрозненные явления. Эфир — есть реальность со всеми теми свойствами, которые устанавливаются теорией, если гипотеза эфира удовлетворяет выдвинутым выше требованиям.

Именно в обосновании реальности эфира лежали основные трудности волновой теории света. Гипотезы, которые приходится вводить для установления свойств этой предполагаемой среды, настолько сложны и во многом необычны, что только сильное давление экспериментальных фактов и результатов могло заставить ученых стать на эту точку зрения. Ньютон, сам первоначально склонявшийся к волновой теории, повидимому, отказался от нее, с одной стороны, из-за трудности понятия эфира, а с другой — из-за легкости механических аналогий в корпускулярной теории. Но теория Ньютона не может считаться чисто корпускулярной. Последователи Ньютона, ослабив внимание к идее периодичности, которая у Ньютона связывалась со световыми частицами, опираясь на его огромный авторитет, укрепили безраздельное господство корпускулярной теории. Насколько велик был авторитет Ньютона во всех областях физической науки, и в частности

[1] Th. Young. A letter to mr. Nicholson, prof. of natural philosophy in the Royal Institution, respecting sound and light, and in reply to some observations of prof. Robinson. Miscell. Works, vol. 1. London, 1855; printed in Nicholson's Journal, VIII, 1801.

[2] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts, vol. II, London, 1807.

в односторонне понятой корпускулярной теории, видно хотя бы из того, что Юнг в своей работе пытается оправдать выдвигаемые им гипотезы и чуждые корпускулярной теории воззрения ссылками и цитатами из Ньютона. Основная часть рассматриваемой работы Юнга состоит в том, что он формулирует центральные гипотезы волновой теории и затем пытается их обосновать как некоторыми своими соображениями, так и выдержками из сочинений и писем Ньютона. Характерно, что Юнг совершенно не приводит выдержек ни из известной работы Гюйгенса, ни из трудов Эйлера[1]. Доказательную силу для физиков начала XIX в., особенно в Англии, могли иметь только высказывания Ньютона.

Первая гипотеза, которую выдвигает Юнг, гласит: «Светоносный эфир, в высокой степени разреженный и эластичный, наполняет Вселенную»[2].

Развивая далее свои взгляды, Юнг, оперируя цитатами из Ньютона, первым долгом отводит возражение относительно того, что такая эфирная среда, распространенная в пространстве, должна действовать замедляюще на движение планет и комет. По этому поводу еще Ньютон дал очень интересные, основанные на аналогии, соображения. В вопросе 22 приложения к «Оптике» Ньютон говорит: «Не могут ли планеты и кометы и все большие тела совершать свои движения более свободно и с меньшим сопротивлением в этой эфирной среде, чем в какой-либо жидкости, равномерно, без пор заполняющей все пространство и поэтому более плотной, чем ртуть или золото? И не может ли быть это сопротивление столь малым, что им можно пренебречь? Например: если этот э ф и р (ибо так я хочу его называть) предположить в 700 000 раз более упругим, чем наш воздух, и более чем в 700 000 раз разреженным, то сопротивление его будет свыше чем в 600 000 000 раз меньшим, чем у воды. Столь малое сопротивление едва ли произведет заметное изменение движений планет за десять тысяч лет. Если кто-нибудь спросит, каким образом среда может быть такой разреженной, то пусть он мне скажет, каким образом воздух в верхних частях атмосферы может быть более чем в сто тысяч раз разреженнее золота. Пусть он мне скажет также, каким образом электрическое тело может при трении испускать столь редкое и тонкое и, однако, столь могущественное выдыхание; это испускание не вызывает заметного уменьшения веса электрического тела и распространяется по сфере с диаметром более двух футов; оно способно, однако, двигать и уносить листочек меди или листочек золота на расстояние более фута от электрического тела? И каким образом истечения магнита могут быть настолько разреженными и тонкими, что проходят через стеклянную пластинку без всякого сопротивления или уменьшения их силы и, однако, столь могущественными, что они вращают магнитную стрелку за стеклом?»[3].

Во второй гипотезе Юнг утверждает: «В эфире возникают волны, как только тело начинает светиться»[4]. Юнг считает необходимым пояснить употребляемый им термин «волна»[5], с тем чтобы показать его отличие от простого стационарного колебания: «... волна состоит из движения колебания, передаваемого последовательно через различные части данной среды, причем каждая частица не обнаруживает стремления продолжать свое движение иначе, чем вследствие передачи последовательных волн от определенного

[1] Взгляды Л. Эйлера, защищавшего в XVIII в. концепцию эфира как среды, в которой происходят световые колебания, могли быть известны Юнгу хотя бы из вышедших на русском, немецком и французском языках «Писем к немецкой принцессе» Эйлера.
[2] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 614.
[3] И Ньютон. Оптика. Пер. С. И. Вавилова. М., ГИЗ, 1927, стр. 274.
[4] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 615.
[5] Юнг везде пишет undulation, а не wave, хотя последний термин он применяет по отношению к водяным волнам и даже звуковым.

колеблющегося тела, так же как в воздухе колебания струны дают волны, образующие звук»[1].

В подтверждение этой точки зрения Юнг приводит любопытную цитату из Ньютона: «Если бы я принял гипотезу, то именно эту, предложенную в более общем смысле, так чтобы определить, что такое свет лишь в том отношении, что это есть нечто, способное вызывать волны в эфире; таким путем она станет настолько общей и настолько охватит собою другие гипотезы, что для построения новых останется лишь небольшая возможность»[2].

Юнг и здесь ищет поддержки у Ньютона. Он обращается к другим «вопросам» ньютоновской оптики. В этих полупредположениях, в постановке проблем гениальным ученым, непререкаемым авторитетом физики того времени, Юнг стремится найти поддержку своим воззрениям. Он так располагает материал, чтобы вопросы Ньютона имели только один ответ — тот, который нужен Юнгу. Цитаты из Ньютона аргументируют у Юнга в пользу той теории света, которая была самим Ньютоном отвергнута и заменена компромиссной корпускулярной теорией. Именно крайняя научная осторожность Ньютона, постановка им ряда проблем как задач ближайшего исследования и предположительные полуответы на эти вопросы помогают Юнгу в поисках доводов в пользу приемлемости и правильности волновой теории.

Вопрос 17 приложения к «Оптике» непосредственно формулирует волновую концепцию: «Если бросить камень в стоячую воду, то возбужденные при этом волны продолжают некоторое время возникать в том месте, где камень упал, и распространяются оттуда концентрическими кругами по поверхности воды на большие расстояния. Колебания или дрожания, возбуждаемые в воздухе ударом, продолжают также короткое время двигаться от места удара по концентрическим сферам на большие расстояния. Не могут ли таким же образом в том случае, когда луч света падает на поверхность какого-нибудь прозрачного тела и преломляется там или отражается, возбуждаться вследствие этого волны, или колебания, или дрожания в преломляющей или отражающей среде в точке падения, продолжая там возникать и распространяться столь же долго, как они возникают и распространяются при возбуждении на дне глаза давлением, или движением пальца, или светом, приходящим от накаленного угля в вышеуказанном опыте. И не распространяются ли эти колебания на большое расстояние от точки падения? И не обгоняют ли они лучей света и, обгоняя их последовательно, не приводят ли их в приступы легкого отражения и легкого пропускания описанные выше? Ибо если лучи стремятся отойти от наиболее плотных частей колебания, они могут попеременно ускоряться и замедляться колебаниями, обгоняющими их»[3].

И не случайно в обобщающем труде «A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts» Юнг отнес к гидродинамике все главы, излагающие как геометрическую оптику и теорию оптических инструментов, так и учение о природе света и цветов (так же, как и акустику).

В однородной эластичной среде — эфире — «все импульсы распространяются с одинаковой скоростью», — утверждает далее Юнг. Какую же форму имеет волна, исходящая от колеблющейся частицы в однородной среде? Она должна иметь сферическую форму, но при этом различное количество движения в различных частях. Дело в том, что раз каждый импульс распространяется с одной и той же постоянной скоростью, то каждая часть волны должна в течение одинаковых промежутков времени пройти одинаковые расстояния от точки колебания. Такая волна, распространяясь в простран-

[1] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 615.
[2] Birch. History of Royal society, vol. 3, 1675, p. 249.
[3] Ньютон. Оптика. Пер. С. И. Вавилова. М., ГИЗ, 1927, стр. 270.

стве, может дойти до какой-либо поверхности, представляющей собой раздел двух сред различной плотности. Тогда произойдет явление частичного отражения: «когда волна доходит до поверхности, представляющей собою границу сред, обладающих неодинаковой плотностью, происходит частичное отражение, сила которого пропорциональна разнице плотности»[1]. Это можно показать при помощи аналогии с упругими телами различной величины. «Если небольшое эластичное тело сталкивается с большим, то, как известно, меньшее отражается более или менее сильно в зависимости от их величины: так, всегда происходит отражение, когда лучи света переходят из более редкого в более плотный слой эфира, и часто бывает это, когда звук ударяется об облако. Более крупное тело, ударяясь о меньшее, толкает его, не теряя все свое движение: так, частицы более плотного слоя эфира не передают все свое движение менее плотному, но в своем стремлении продвигаться они задерживаются притяжением отражающей субстанции с одинаковой силой; таким образом всегда образуется вторичным путем отражение, когда лучи света переходят из более плотного слоя в менее плотный» [2].

Для объяснения явлений отражения и преломления света Юнг вводит свою четвертую гипотезу об уплотнении эфира в вещественных телах при сохранении им неизменной упругости: «Все материальные тела притягивают эфирную среду; вследствие чего она накопляется в их веществе и на малом расстоянии вокруг них в состоянии большей плотности, но не большей упругости»[3]. Этой гипотезой впоследствии воспользуется в своих работах Френель. Юнг не считает эту четвертую гипотезу столь же основной, как первые три. Он указывает, что возможны и другие предположения по поводу поведения эфира в вещественных телах, однако это кажется ему наиболее простым и лучшим из тех, которые он рассматривал.

Представление о притяжении телами эфирной среды казалось самому Юнгу не слишком убедительным. Может быть поэтому, перепечатывая эту статью 1802 года в виде приложения к своему «Курсу лекций о натуральной философии и о механических искусствах» в 1807 г., Юнг без каких-либо пояснений совершенно изменил формулировку этой гипотезы. Факт этот остался незамеченным всеми авторами, писавшими о Юнге.

Вот эта новая формулировка четвертой гипотезы:

«Все материальные тела по отношению к явлениям света можно считать состоящими из частиц, настолько удаленных друг от друга, чтобы позволить эфирной среде (ethereal Medium) распространяться в этих телах с полной свободой; эти тела либо содержат эфирную среду в состоянии большей плотности и равной упругости, либо образуют вместе с ней агрегат, который может рассматриваться как более плотный, но не более упругий»[4]. Здесь уже нет таинственного притяжения; напротив, эфир распространяется в атомистически построенных телах, образуя вместе с ними некоторый единый агрегат, управляющий явлениями взаимодействия света и вещества (отражением и преломлением).

В положении VIII своего мемуара «On the theory of light and colours» Юнг формулирует открытый им[5] принцип интерференции следующим образом:

[1] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 622.
[2] Там же, стр. 622—623.
[3] Th. Young. On the theory of light and colours. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 147.
[4] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 618.
[5] Следует указать, что у Гюйгенса отсутствует свойство периодичности волн. Он говорит: «...не нужно представлять себе, что сами волны следуют друг за другом на одинаковых расстояниях» (Х. Гюйгенс. Трактат о свете, в котором объяснены причины того, что с ним происходит при отражении и при преломлении, в частности при странном преломлении исландского кристалла. Пер. под ред. В. К. Фредерикса М.—Л., ОНТИ, 1935, стр. 28—29). Волны Гюйгенса мы назвали бы в настоящее время не волнами, а каким-нибудь образом чередующимися импульсами. Суммирование действия отдельных волн-импульсов у Гюйгенса состоит в том, что заметный световой эффект должен получиться лишь в главной волне, а отнюдь не в сложении колебаний при интерференции света в смысле Юнга — Френеля.

Что касается теории света Л. Эйлера, то в ней световые явления рассматривались по аналогии с колебаниями натянутой струны: «Эйлер представлял себе сферическую волну как механическую сумму независимых лучей, протянутых от центра и колеблющихся подобно струнам». (С. И. Вавилов. Физическая оптика Л. Эйлера. Сб. «Леонард Эйлер», Изд-во АН СССР, 1935, стр. 39). Понятие интерференции у Эйлера отсутствует, в силу чего он не мог дать правильное объяснение основных явлений физической оптики.

«... когда две волны разного происхождения совпадают вполне или почти по направлению, то их соединенное действие является комбинацией движений, принадлежащих каждой из них» (стр. 624). Еще в 1800 г. в работе «Outlines of Experiments and Inquires Respecting Sound and Light» Юнг применил этот принцип к звуку. Юнг считает, «что он (принцип интерференции.—*Л. П.*) в более широком смысле полезен для объяснения явлений цветов»[1]. Юнг пишет:

«В мае 1801 г. я открыл, размышляя над прекрасными экспериментами Ньютона, закон, который, как мне кажется, объясняет гораздо большее количество интересных явлений, чем какой-либо ранее известный оптический принцип»[2]. Общая формулировка этого принципа, которая чрезвычайно наглядно вскрывает его физический смысл, непосредственно указывает на его происхождение из аналогии с водяными волнами. «Раз на каждую частицу среды действует каждая волна, когда их направление совпадает, то волны не могут продвигаться иначе, чем соединяя свое движение, которое в объединенном виде может представлять собою сумму или разность отдельных движений, в зависимости от того, совпадают ли сходные или несходные части волн. . . Волны, которые теперь подлежат сравнению, обладают одинаковой частотой. Когда две серии в точности совпадают в смысле времени, то очевидно, что объединенная скорость (velocity) должна быть наибольшей, а также, что она будет наименьшей, а при одинаковой силе волн — будет уничтожена вовсе, если время наибольшего прямого движения одной волны совпадает с временем наибольшего обратного движения другой. В промежуточных состояниях объединенная волна будет обладать промежуточной силой; согласно каким законам изменяется эта последняя,— трудно определить без дальнейших данных»[3].

Когда открыт какой-либо физический закон, всегда удается найти предшественников, которые, может быть неотчетливо, случайно или для объяснения отдельного физического явления, почти высказывали или сформулировали его. Так, уже у Ньютона в его теории приливов имеются соображения, которые можно истолковать как принцип интерференции. Ньютон говорил: «Кроме того, может случиться, что к тому же порту прилив доходит через различные проливы и притом через одни скорее, нежели через другие, тогда тот же самый прилив, подразделенный на два или несколько, происходящих последовательно, может слагаться в новые движения разного рода»[4].

Ньютон приложил этот принцип к объяснению аномалий в приливах в Тонкинском порте Баттам, которые были раньше описаны Галлеем.

[1] Th. Young. On the theory of light and colours. Read before the Royal Society 12. XI. 1801. A Course of Lectures..., p. 624—625.
[2] Th. Young. Dr. Young's reply to the animadversions of the Edinburgh Reviewers on some papers published in the Philosophical Transactions. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 202.
[3] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 625.
[4] Ньютон. Математические начала натуральной философии. Пер. А. Н. Крылова, кн. II и III (отд. оттиск из «Известий Ник. морск. акад.», вып. V), 1916, стр. 491—492.

Юнг сам указывает, что при формулировании закона интерференции ему были известны объяснения Ньютона особенностей этих приливных движений; замечание же Гука в его «Micrographia», где в очень неясной форме высказана подобная мысль, в то время ему известно не было.

Насколько нова и оригинальна была идея Юнга об интерференции, видно хотя бы из следующих слов его современника Араго, который сам много сделал для развития волновой теории света: «Вот бесспорно самая странная из гипотез! Неожиданностью было видеть ночь среди ясного дня, в точках, которых свободно достигали солнечные лучи, но кто бы мог подумать, что свет, слагаясь со светом, может вызвать мрак!»[1].

Для пояснения принципа интерференции Юнг приводит пример, во многом аналогичный рассуждению Ньютона. «Предположим, что некоторое число одинаковых волн воды движется на поверхности стоячего озера с некоторой постоянной скоростью и входит в узкий туннель, идущий от озера; предположим затем другую подобную причину, возбуждающую другую серию одинаковых волн, которая достигает того же туннеля, с той же скоростью, в то же время, что и первая. Или одна серия волн будет разрушать другую, или их действия будут комбинироваться; если они вступят в туннель таким способом, что пучность одной серии совпадает с пучностью другой, то они должны вместе произвести серии больших соединенных пучностей; но если пучность одной серии окажется соответствующей впадине другой, они должны точно наполнить эти впадины, и поверхность воды должна оставаться гладкой. В настоящее время я думаю, что подобные эффекты имеют место и в том случае, когда две порции света смешиваются подобным образом; и это я называю общим з а к о н о м и н т е р ф е р е н ц и и света»[2]. Таким образом, «всякий раз, когда две порции одного и того же света достигнут глаза различными путями или точно, или приблизительно одинакового направления, свет становится более интенсивным, если разность путей есть кратное некоторой длины, и менее интенсивным в промежуточных состояниях интерферирующих частей и эта длина различна для света различных цветов»[3].

Объяснение Юнгом цветов тонких пластинок на основе принципа интерференции сводилось к тому, что если рассматривать это явление в отраженном свете, то глаз реагирует на результат действия двух лучей.

Падающий луч разделяется на два луча, из которых один отражается от одной поверхности тонкой пластинки, а второй — от другой ее поверхности. Цвета, наблюдаемые нами, производятся интерференцией этих лучей. Для объяснения темного цвета центрального пятна в ньютоновых кольцах Юнг предположил, что эти два луча неодинаковы по всем своим свойствам; по аналогии с ударом (impact) упругих тел, он допустил, что при отражении от более оптически плотной среды фаза меняется на полволны. В результате этого интерферирующие лучи в центре ньютоновых колец гасят друг друга.

Замеченное еще Ньютоном явление сужения системы колец в том случае, когда среда, производящая их, заменяется средой, оптически более плотной, по мнению Юнга, доказывает, что длина волны света короче в более плотной среде и, следовательно, скорость распространения света в такой среде также меньше (это непосредственно ясно из соотношения $c = \lambda\nu$, так как ν, равное $\frac{1}{T}$, т. е. обратному периоду, не изменяется при переходе из одной среды в другую).

Юнг показал далее, что таблица ньютоновых «периодов» для различных цветов есть таблица длин световых волн. Каждый наблюдаемый нами цвет

[1] Ф. А р а г о. Т. Юнг. «Успехи физ. наук», т. XVIII, 1937, вып. 2, стр. 262.
[2] Th. Y o u n g. Dr. Young's reply..., Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 202.
[3] Там же.

есть результат действия на наше зрение различных, определенных для каждого цвета длин волн[1].

Юнг отнюдь не ограничивался только теоретическим обсуждением результатов других авторов и в первую очередь опытов Ньютона, но и сам выполнил ряд оптических экспериментов. Из этих экспериментов наибольшее значение для развития волновой теории света и обоснования принципа интерференции имели интерференционные опыты Юнга. Эти опыты очень просты и наглядны. Результаты их имеют качественный характер и состоят в визуальном наблюдении и описании интерференционной картины и изменений в ней, вызванных варьированием условий опыта.

Первый опыт Юнга состоит в следующем. «Я сделал маленькую дыру в ставне и покрыл ее куском толстой бумаги, которую я проколол тонкой иглой. Для большего удобства наблюдения я поместил маленькую лупу снаружи ставни, в таком положении, чтобы она отражала солнечный свет в направлении почти горизонтальном на противоположную стену и образовала конус расходящегося света над столом, на котором были помещены несколько экранов из картона»[2].

На пути луча солнечного света Юнг поместил полоску картона шириной в $^1/_{30}$ дюйма (0,87 мм) и наблюдал образуемую ею тень на листе, располагавшемся им на различных расстояниях. Кроме цветных полос с каждой стороны тени, он обнаружил, что самая тень была как бы разделена подобными же параллельными полосами, число которых изменялось в зависимости от расстояния, на котором эта тень наблюдалась, однако середина тени всегда оставалась белой. Эти полосы, согласно Юнгу, были результатом совместного действия света, прошедшего по обе стороны полоски и отклоненного, или диффрагировавшего в область тени. Действительно, если маленький экран помещался в нескольких дюймах от полости, так чтобы какой-либо край тени получился на его грани, то все полосы, наблюдавшиеся ранее внутри тени, исчезали, «хотя свет, отклоненный на другой стороне, мог распространяться попрежнему и хотя этот свет мог попрежнему претерпевать любые изменения, которые близость края полоски могла в нем вызвать»[3].

Это наблюдение является решающим экспериментом, доказывающим, что для образования указанных выше полос необходимы два луча света, проходящих по обеим сторонам полоски.

Излагая свой основной интерференционный опыт, вошедший во все курсы физики, Юнг, по существу говоря, формулирует в неявной форме понятие о когерентности. Он говорит: «для того чтобы действия двух частей света могли бы таким образом соединиться (речь идет об интерференции. — *Л. П.*), необходимо, чтобы они исходили из одного и того же источника (т. е. имели бы разность фаз, равную нулю. — *Л. П.*) и чтобы они приходили к одной и той же точке различными путями, по направлениям, не очень сильно отклоняющимся одно от другого. Это отклонение может быть получено для одной или для обеих частей света диффракцией[4], преломлением,

[1] Теория цветов, развитая Юнгом, основана на его третьей гипотезе: «Ощущение различных цветов зависит от различной частоты колебаний, возбужденных светом на сетчатке» (Th. Y o u n g. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 616).
[2] Th. Y o u n g. Experiments and calculations relative to Physical optics, «Philosophycal Transactions», 1804. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 179.
[3] Там же, стр. 180.
[4] Юнг говорит: «...часть сферической волны, пропущенная через отверстие в покоящуюся среду, будет попрежнему распространяться прямолинейно концентрическими поверхностями, ограничивающимися по бокам слабыми и нерегулярными частями вновь расходящихся волн» (Th. Y o u n g. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 620). Это положение содержит не очень четкое описание открытой ранее диффракции света, отдельные явления которой Юнг объяснил при помощи своего закона интерференции.

отражением или какой-либо комбинацией этих явлений; однако простейший случай — это тот, когда пучок однородного света падает на экран, в котором сделаны два очень маленьких отверстия или щели, которые могут рассматриваться как центры расхождения света по всем направлениям. В этом случае, когда оба образованные таким образом луча упадут на поверхность, расположенную на их пути, их свет разделяется темными полосами на почти равные части. Эти части делаются шире, когда поверхность удаляется от отверстий... и шире... когда отверстия делаются ближе друг к другу»[1].

Середина освещенного пространства — всегда светлая, а светлые полосы на каждой стороне находятся на таких расстояниях от середины, что свет, приходящий из одного отверстия, должен пройти путь больший, чем путь другой части света, на величину, равную длине (Юнг везде пишет breadth — ширина) одной, двух, трех или большего числа предполагаемых волн, в то время как темные места (промежуточные между светлыми) соответствуют разнице в 0,5; 1,5; 2,5 или более волн.

Из сравнения различных экспериментов можно сделать вывод, что «... длина волн, образующих крайний красный свет в воздухе, может быть принята в 1/36 000 дюйма, а крайнего фиолетового 1/60 000... Из этих цифр и известной скорости света следует, что почти $500 \cdot 10^{12}$ самой медленной из этих волн должно попадать в глаз в течение одной единственной секунды»[2].

В работе Юнга нет других данных об этом опыте, так что размеры отверстий, расстояния между ними и экраном остаются неизвестными

Недостатками опыта Юнга, о котором идет речь, является то, что щели A и B не дают одинакового излучения по всем направлениям, а имеются максимумы интенсивности в направлении OA и OB, а в некоторых направлениях, из-за диффракции, интенсивность равна нулю. Отсюда возникает ритмическое изменение интенсивности интерференционных полос, влияющее в некоторой мере на положение максимумов.

При помощи элементарных геометрических соображений легко показать, что в опыте Юнга точки максимальной интенсивности находятся на расстоянии $x = \frac{\lambda t}{d}$ друг от друга, где λ — длина волны света, d — расстояние между источниками света (в опыте Юнга — между отверстиями), t — расстояние от середины линии, соединяющей источники до плоскости экрана. На полпути между этими точками находятся точки минимальной, равной нулю, интенсивности. Очевидно, что в точке $x = 0$ будет максимум интенсивности, и по обе стороны от нее будет минимум при $x = \pm \frac{\lambda t}{2d}$ и максимум при $x = \pm \frac{\lambda t}{d}$.

Желая связать воедино с видимым светом открытые в 1801 г. Риттером темные, т. е. ультрафиолетовые, лучи и уточнить их природу, Юнг проделал следующий опыт. Он проектировал системы ньютоновых колец на бумагу, пропитанную ляписом, и обнаружил три вполне отчетливых кольца почти тех же размеров, что и фиолетовые кольца, но все же несколько меньшего радиуса; разница не могла быть при тогдашней измерительной технике определена, но все же Юнг оценил ее в $^1/_{30} - ^1/_{40}$ диаметра. Отсюда Юнг заключил, что между «видимым и невидимым светом существует аналогия и что и тот и другой подчинены общему закону интерференции»[3].

[1] Th. Young. On the nature of light and colours. A Course of Lectures..., vol. II, p. 464.

[2] Там же, стр. 364—365.

[3] Th. Young. Experiments and calculations relative to physical optics, «Philosophical Transactions», 1804. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 647.

Заметим, что это, в сущности, первоначальная форма спектроскопа.

Юнг пришел к выводу, что свет и теплота состоят из одинаковых колебаний, отличающихся лишь тем, что тепловые колебания медленнее световых[1]. Применимость закона интерференции к лучам невидимого тепла, (т. е. инфракрасным.— *Л. П.*), открытым Дж. Гершелем, Юнг также хотел проверить экспериментально, но не смог сделать этот опыт, как он сам отмечает, из-за отсутствия в то время термометров достаточной чувствительности.

Важнейшей заслугой Юнга является, таким образом, то, что он сформулировал и экспериментально обосновал принцип интерференции и применил его к широкому кругу сложных и тонких оптических явлений. Недаром в своем мемуаре «An account of some cases of the Production of Colours not hitherto described», опубликованном в 1802 г. в «Philosophical Transactions», сам Юнг говорит, что как ни относиться к волновой теории света и цветов, которая предложена им, однако именно благодаря ей возник закон интерференции, без которого большое количество явлений физической оптики оставалось непонятным[2].

Однако в концепции интерференции Юнга были и неточности и допущения, казавшиеся тогда произвольными. Неточность в концепции интерференции Юнга состояла в предположении, что полосы интерференции производятся только наложением луча, отраженного от края предмета, и луча, который свободно и без отражения проходит как раз мимо предмета, в то время как на самом деле все части световых волн усиливают или ослабляют друг друга[3]. Только Френель преодолел трудности, возникавшие при математической разработке теории этого явления. Однако надо отметить, что ошибки в численных значениях, полученных Юнгом при точности измерения, достигнутой в то время, были столь незначительны, что ими можно пренебречь.

При рассмотрении явлений отражения света от более тонкой среды Юнгу пришлось допустить потерю полуволны. Правильность этого допущения была подтверждена впоследствии, но в то время многим ученым, особенно сторонникам корпускулярной теории, оно представлялось необоснованной натяжкой.

Надо отметить также, что правильное понимание волн и их интерференции является весьма трудным, если, как это делал Юнг, не применять математических соотношений для выяснения существенных обстоятельств, которые могут быть ясно и точно выражены с помощью формул. При отсутствии этих формул и зачастую неясном изложении, понятия, вводимые Юнгом, и их применение могли казаться недостаточно определенными и отчетливыми даже наиболее образованным его современникам.

Только в более поздний период Френель нашел адекватную математическую форму для идей волновой теории и, тем самым, не только сделал решающий шаг в ее развитии, но и смог раскрыть глубокий смысл и значение работ Юнга.

[1] Th. Young. On the theory of light and colours. A Course of Lectures..., p. 656—657.

[2] Строгая формулировка принципа интерференции Юнга такова: если наблюдаемая освещенность поверхности, обусловливаемая действием двух или более пучков света, не равна сумме освещенностей, даваемых каждым отдельным пучком, мы говорим, что пучки интерферируют друг с другом. Интерференция волн света фактически объяснена Юнгом при помощи принципа суперпозиции волн, который он высказывает впервые в ясной форме в «Положении VIII».

[3] В частном случае идея Юнга о краевых волнах при диффракции получила замечательное подтверждение в 1883 г. в работах Гуи и в 1885 г. в работах Вина, которые увидели их непосредственно при диффракции света под большим углом.

Как бы ни была, после трудов Юнга, очевидна общая идея волновой теории, но применение, убедительное доказательство и проверка ее требовали тонких математических вычислений и не менее тонких экспериментов. И только когда Френель применил средства математического анализа для синтетического объяснения интерференции, диффракции и поляризации света, волновая теория смогла перейти к следующему, блестящему этапу своего развития.

12 лет, прошедшие между опубликованием Юнгом ответа «Эдинбургскому обозрению» и появлением в 1816 г. первой работы Френеля по диффракции, не отмечены сколько-нибудь значительными работами Юнга по экспериментальной и теоретической оптике. Его работы 1799—1804 гг. были почти совершенно забыты, и, кроме его «Курса лекций о натуральной философии и о механических искусствах», трудно указать какую-либо работу, в которой они бы излагались. В то же время оптика продолжала развиваться: появился знаменитый мемуар Лапласа о двойном преломлении в исландском шпате; Малюс открыл поляризацию при отражении и опубликовал ряд работ, связывающих его открытие с оптическими свойствами кристаллов; Брюстер обогатил почти все отделы экспериментальной оптики новыми работами; Араго открыл цвета кристаллических пластинок в поляризованном свете; появился ряд работ Био, упорно развивавшего корпускулярную теорию применительно к вновь открытым явлениям, и, наконец,—работы Френеля.

Однако, если Юнг не сделал в этот период новых открытий, то он и не оставался пассивным зрителем этого прогресса. Он публикует ряд работ, в которых критически рассматривает попытки сторонников корпускулярной теории объяснить вновь открытые явления и дает истолкование их с помощью волновых воззрений и закона интерференции.

«В ее теперешнем виде волновая теория недостаточна для объяснения всех явлений света»[1], — писал Юнг в связи с открытием Малюсом поляризации света при отражении. Это открытие еще более увеличило трудности, стоявшие перед волновой теорией. Пока не было найдено правильного объяснения этого явления, волновая теория переживала трудные времена. Однако из того факта, что перед волновой теорией возникли и возникали многочисленные трудности, по мнению Юнга, отнюдь не следует, что корпускулярная теория может считаться превосходящей волновую.

Юнгу удается объяснить с помощью принципа интерференции некоторые явления, имеющие место в поляризованном свете, а именно цвета, производимые поляризованным светом, проходящим через некоторые кристаллы. Однако Араго справедливо замечает, что «Юнг не объяснил ни того, при каких условиях происходит интерференция, ни того, почему цвета появляются только тогда, когда на кристаллические пластинки падает свет уже предварительно поляризованный»[2].

В решении отдельных частных проблем волновой теории света Юнг щедрой рукой разбрасывал замечательные физические идеи, но в большинстве случаев не доводил их разработку до стадии оформления последовательных теоретических схем, выражающих экспериментальные факты с точностью, требуемой оптикой.

Так, еще за 10 лет до Френеля Юнг дал теорию диффракционных явлений, однако она расходится с точными данными оптических экспериментов. Юнг первый высказал идею о поперечности световых колебаний, идею, которую можно назвать подлинно революционной в развитии волновой теории света, но не разработал ее сколько-нибудь детально. В 1809 г. Юнг подчеркнул роль анизотропии упругости в двойном лучепреломлении, но

[1] Th. Young. Review of the Mémoires de Physique et de Chimie de la Société d'Arcueil in Quarterly Review for May 1810. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 248.
[2] Encycl. Brit., Suppl. Art. Polarisation.

этим, по существу говоря, ограничился. Он первый указал на решающую роль интерференции в цветах кристаллических пластинок, но не разработал и эту правильную физическую мысль. Еще в 1804 г. Юнг указал, что надо объяснить аберрацию света, приняв, что эфир не увлекается движущимися телами. Мы не перечисляем здесь другие частные вопросы теории света. Во всех случаях мы увидим характерные черты творчества Юнга: его замечательная физическая интуиция позволяла намечать правильный абрис явлений, иногда даже нащупать их еще неизвестную физическую природу, но недооценка и слабое использование общих математических методов анализа и расчета не давали ему, в отличие от Френеля, возможности разработать сколько-нибудь законченную, всестороннюю, а потому создающую эпоху в развитии науки физическую теорию.

До работ Френеля труды Юнга по волновой теории пребывают в забвении, так же как и его принцип интерференции и оптические эксперименты. Когда Араго и Гей-Люссак в 1816 г. посетили Юнга в Лондоне и рассказали ему о весьма важном мемуаре Френеля по диффракции света, представленном в 1815 г. Французскому институту, они были весьма удивлены, когда узнали, что Юнг уже несколько лет назад сделал те же открытия. Во время этого разговора жена Юнга, до того молча слушавшая, вышла и вскоре вернулась с большим томом в руках. Это был первый том труда Юнга «A Course of Lectures on Natural Philosophy and the Mechanical Arts». «Она положила его на стол, развернула, не сказав ни слова, на стр. 787 и показала гостям рисунок, на котором были наглядно представлены диффракционные полосы света и их объяснение на основе волновой теории»[1].

Узнав об этом от Араго, Френель написал Юнгу теплое и глубоко человечное письмо, достойное этого замечательного ученого:

«Когда веришь, что сделал открытие, то не без сожаления узнаешь, что кто-либо другой сделал его до тебя, и я со всей искренностью признаюсь Вам, сэр, что таковы были чувства, которые я испытал, когда Араго показал мне, что в моем представленном в Институт мемуаре было очень небольшое число действительно новых наблюдений. Однако если что-нибудь и могло меня утешить в том, что я не имею преимущества приоритета, так это то, что судьба свела меня с ученым, который обогатил физическую науку таким большим количеством важных открытий,— обстоятельство, которое в немалой степени увеличивает мое доверие к теории, принятой мною»[2]. В дальнейшем отношения Френеля и Юнга имели дружеский характер.

Юнга никогда не покидало ощущение несправедливости, проявлявшейся по отношению к его открытиям в течение многих лет.

В 1827 г. научные заслуги Юнга высоко были оценены страной Френеля, Араго, Малюса — он был избран одним из восьми иностранных членов Французского института. В письме, которым Араго известил его об этом, он также сообщил Юнгу о кончине Френеля. За шесть недель до этого Юнг в качестве иностранного секретаря Королевского общества сообщил Френелю письмом (от 18.VI 1827), что ему присуждена медаль Румфорда. Свое письмо он закончил грустной фразой: «Я имел бы право чувствовать некоторую похвалу, которая молчаливо воздается и мне вместе с Вами этим присуждением, но, вспоминая, что более чем четверть столетия прошло с тех пор, как были сделаны мои главные эксперименты, я могу чувствовать только что-то вроде предчувствия посмертной славы, которой я никогда особенно не жаждал»[3].

[1] Ф. Араго, Т. Юнг. «Успехи физ. наук», т. XVIII, 1937, вып. 2, стр. 278.
[2] A. Fresnel. Letter to Th. Young, 24. V 1816. Th. Young. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 378.
[3] Th. Young. Letter to A. Fresnel, 18. VI 1827. Th. Young. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 469.

С 1816 г. Юнг принимает некоторое участие в разработке новой волновой оптики, создаваемой на основе его принципа интерференции, принципа Гюйгенса — Френеля, а также представлений о свете не как об аналоге продольных звуковых волн, а как о волнах поперечных. Это допущение, необходимое для объяснения всего комплекса опытов по поляризации, связанное с многочисленными проблемами строения предполагаемого эфира, было сделано Юнгом в это время в предположительной форме. Он думал о возможности поперечных световых колебаний, однако ему эта идея казалась маловероятной. Основное затруднение состояло в трудности допущения поперечных колебаний в такой тонкой жидкой среде, каким являлся, по представлению Юнга, эфир. Заслуга ясного и определенного формулирования гипотезы о поперечности световых колебаний принадлежит Френелю. Побудительным мотивом для него явился факт интерференции двух одинаково поляризованных лучей и отсутствие интерференции в случае двух лучей, поляризованных под прямым углом. Другим толчком для выдвижения этой гипотезы могло послужить, как указывает Верде, одно письмо Юнга к Араго от 29. IV 1818 г., в котором колебания поляризованного света уподоблялись колебаниям гибкой, натянутой струны[1]. В 1821 г. Френель опубликовал работу, в которой представление о поперечности световых колебаний развивалось и применялось к отдельным задачам[2]. Это дало возможность волновой теории охватить явления поляризации, в частности хроматической.

Выдвижение гипотезы поперечности световых волн является решающим моментом в развитии волновой оптики. Для своего времени это смелое утверждение означало огромный переворот в физических воззрениях на природу света и эфира. Именно поэтому сама гипотеза поперечности световых колебаний, несмотря на ее явную продуктивность, была принята с огромным трудом. Пуассон доказал, что в эластичной жидкости все колебания должны быть нормальны к волновой поверхности[3].

Френель в ответе Пуассону предложил такую картину эфира, в которой последний рассматривался как несжимаемая жидкость, при малых смещениях частиц ведущая себя как твердое тело[4].

Корпускулярная теория, освященная авторитетом Ньютона, развиваемая такими учеными, как Лаплас, Био и др., должна была все более переходить на оборонительные позиции. Новые экспериментальные факты заставляли сторонников корпускулярной теории вводить новые дополнительные гипотезы. Теория теряла свой простой и наглядный характер и тем не менее не могла охватить всей совокупности обнаруживаемых исследователями явлений. Однако на ее стороне была традиция и надежда на то, что, может быть, соответствующим изменением теории удастся охватить и новые факты, не изменяя основной тенденции корпускулярной картины. Изменить привычную схему оптических явлений можно было только в упорной борьбе. Вновь возрожденная в этот период волновая теория света быстро и энергично развивалась. Шаг за шагом формулировалась картина эфира и поперечных

[1] A. Fresnel. Oeuvres, vol. 1. Introduction par Verdet, p. LVIII (письмо Юнга находится в т. 2 «Oeuvres de Fresnel», стр. 743—744. Мемуар Френеля «О свете» издан в русском переводе под ред. В. К. Фредерикса. М., Госиздат, 1928).

[2] A. Fresnel. Deuxième note sur la coloration de lames cristallisées. «Ann. Chim. et Phys.», vol. 17, 1821, p. 167—196.

[3] S. D. Poisson. Extrait d'un mémoire sur la propagation du mouvement dans les fluides. «Ann. Chim. et Phys.», vol. 22, 1823, p. 250—280 (напечатано в т. 2 «Oeuvres de Fresnel», стр. 192 и сл.).

[4] A. Fresnel. Réponse de Monsieur A. Fresnel à la lettre de M. Poisson. «Ann. Chim. et Phys.», vol. 23, 1823, p. 32—49 (также напечатано в т. 2 «Oeuvres de Fresnel», стр. 215).

световых колебаний в нем. Создавался и математический аппарат и принципы теории в виде принципа интерференции Юнга, принципа Гюйгенса — Френеля и интегралов Френеля. Волновая теория успешно и с единой точки зрения охватывала совокупность явлений интерференции, дифракции и поляризации. Но она находилась в процессе разработки. Многое менялось, многое казалось еще не устоявшимся. Многие представления, введения которых требовала новая теория, казались странными и не обоснованными чем-либо иным, кроме необходимости объяснить новые явления. Представление об эфире, непрерывно распределенном в пространстве, поперечность световых колебаний, потеря полуволны при отражении и тому подобное требовали еще какого-то дополнительного обоснования. Особенно введение эфира — среды, которая никак не влияет на движение небесных тел, не может быть непосредственно экспериментально обнаружена и обречена оставаться ненаблюдаемой,—требовало не только изменения частной теории, но изменения картины мира, внесения в нее нового элемента. А такое изменение всегда представляет собою трудный и болезненный процесс, тем более, что и перед волновой теорией, как мы видели, стояли еще неразрешенные вопросы. Единственный вопрос, в решении которого корпускулярная и волновая теории приходили к прямо противоположным выводам, т. е. вопрос о скорости света в какой-либо прозрачной среде, не был еще экспериментально исследован. Таким образом, хотя в этот период волновая теория уже заняла преобладающее положение, но корпускулярная теория продолжала еще существовать и имела ряд сторонников, развивавших ее теоретически и экспериментально. Это было состояние ломки понятий[1]; старая корпускулярная теория еще недостаточно скомпрометировала себя, а новая волновая теория не стала еще господствующей.

Зато с полной ясностью выявилась специфическая черта методологии ученых, разрабатывавших как корпускулярную, так и волновую теорию. В эволюции оптики аналогия сыграла огромную роль. Аналогия в формах проявления различных физических процессов использовалась как метод построения физической сущности еще необъясненных явлений, путем перенесения на них наглядного механизма макроскопических непосредственно наблюдаемых явлений. Аналогии со звуком, с движением частицы, с упругими телами, с волнами на воде, с ударом шаров и тому подобным служили мощным оружием познания закономерностей явлений света. По существу модельная аналогия, широко применявшаяся в физике и в более позднее время, играла основную роль во всех построениях ученых, создавших в начале XIX в. волновую теорию света[2].

[1] Трудности, возникшие перед волновой теорией, особенно в связи с открытием поляризации света, вызывали иногда и у Юнга некоторую растерянность. Так, в письме к Брюстеру Юнг пишет: «Что касается моих основных гипотез о природе света, я с каждым днем все менее и менее расположен занимать ими свои мысли, по мере того, как все большее число фактов вроде тех, которые открыл Малюс, доходит до моего сознания; ибо если эти гипотезы и не несовместимы с этими фактами, во всяком случае они не могут оказать нам никакой помощи, чтобы найти объяснение» (Th. Joung. Miscell. Works, vol. 1, 1855, p. 361).

[2] Настоящая статья написана в августе 1955 г. За истекшее время вышла в свет книга: О. Френель. «Избранные труды по оптике», изд. ГТТИ, с большой вводной статьей академика Г. С. Ландсберга. В этой статье дан интересный и глубокий анализ трудов О. Френеля и состояния оптики в начале XIX в., хотя некоторые положения автора представляются нам спорными (например, сравнительная оценка роли Т. Юнга и О. Френеля и т. п.). Рассмотрению этой чрезвычайно содержательной статьи и всей книги будет посвящена специальная рецензия.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Э. КОЛЬМАН

ЖИЗНЬ И НАУЧНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ РУДЖЕРА БОШКОВИЧА (1711—1787)

Весной 1947 г. мне довелось побывать в трех университетах народной Югославии. И всегда в задушевных беседах со студентами и преподавателями непременно произносилось имя Бошковича.

Впрочем, иначе и быть не могло. Мы обсуждали философские проблемы современной физики, космологии и математики. Правда, нам при этом приходилось пользоваться довольно причудливой смесью сербского, хорватского или словенского языка с русским и с моим родным — чешским языком. Но многие югославские профессора хорошо знали чешский, так как провели студенческие годы в Пражском университете. Вообще, мы отлично понимали друг друга. Ведь нас прежде всего объединяло желание уяснить себе эти сложные вопросы, дать им материалистическое, а вместе с тем диалектическое освещение. И понятно, что югославские товарищи — проф. Душан Неделькович в Белграде, проф. Иван Супек в Загребе и проф. Цене Логер в Любляне и многие другие — вспоминали славного сына югославского народа Руджера Иосипа Бошковича, универсального ученого XVIII в., чье имя по праву вошло в историю мировой науки.

* * *

Руджер Иосип Бошкович родился 18 мая 1711 г. в Дубровнике, столице городской Дубровницкой республики, основанной еще в VII в. на берегу Адриатического моря. Родной язык Руджера был хорватский, в семье любили литературу и науку. Дядя и тетка Руджера, как и два старших брата его и сестра Аница, были поэтами; сочиняли стихи на хорватском языке.

Обстановка в Дубровнике, центре южнославянской культуры, особенно в период подъема в XV—XVI вв., была весьма благоприятной для развития науки. Город Дубровник выдвинул в прошлом таких выдающихся мыслителей, как математик Геталдич, философ Гьоргич, историк Бандури, писатель Гундулич, врач Галеоти и других, славившихся за пределами республики. Ко времени Бошковича г. Дубровник уже успел оправиться от последствий сильного землетрясения 1667 г., а после Карловацкого мира (1699) и Пожаровацкого договора (1718) нормализовал свои отношения как с соседней сильной и агрессивной Турцией, так и с Венецианской республикой. Интерес к знаниям, к науке стал вновь возрастать. Был восстановлен разрушенный землетрясением коллегиум. В нем обучались лишь дети имущих родителей, причем обучение было бесплатно, как и во всех закрытых учебных заведениях, которые насаждал в те времена по всей Европе орден иезуитов и которые служили для распространения его влияния. В коллегиуме, наряду с богословием, латынью и древнегреческим, преподавалось «семь свободных искусств» — грамматика, риторика, «диалектика», арифметика, геометрия, астрономия и теория музыки. Ученики получали и некоторые сведения по географии, истории и литературе. Обучение велось на латинском языке. Вся система воспитания иезуитов была подчинена единственной цели: укреплению неограниченной власти католической церкви. Иезуиты, наряду с насаждением неприкрытого религиозного мракобесия, пользовались и достижениями естественных наук, которые они искажали, приспособляя к религиозным догмам. Именно с такой, реакционной целью они выдавали себя за оплот науки, вербуя своих членов среди дворянства и буржуазии.

В дубровницком коллегиуме начал учиться и Руджер. Он отличался любовью к классической литературе, к латинской поэзии, в которой и преуспел. Большинство сочинений Бошковича написано по-латыни.

Несмотря на то, что иезуитский коллегиум навсегда отравил мировоззрение Бошковича фидеизмом, его научные взгляды на природу, на строение Вселенной расходились с его религиозным мировоззрением.

Культурную среду, в которой протекала юность Руджера, характеризовало также основание в Дубровнике литературного общества, в шутку прозванного «Academia degli oziosi» («Академия досужих»). Это общество — не без горячих споров — приняло в 1712 г. хорватский язык своим основным языком, допуская также доклады на латинском и итальянском языках. Здесь читали свои сочинения югославские писатели и ученые; общество занялось составлением словаря хорватского языка, собиранием материалов по археологии и истории своего города и о его знаменитых уроженцах.

Юный Бошкович вскоре покинул родной город. В 1725 г., следуя примеру родственников, Руджер вступил в орден иезуитов. В 15-летнем возрасте его отправили в Рим. Здесь, в Collegium romanum, он начал проходить многолетнее обучение и испытание, которое предписывает устав ордена для новичков. Сначала в течение двух лет он был полностью изолирован от мира. Следующие два года он изучал риторику и поэзию и еще три года — до 1733 г.— философию, математику и физику. Тут скоро проявились его математические способности; он самостоятельно нашел оригинальное доказательство теоремы Пифагора. Его учителя, Ноччети и Боргондио, восхищались успехами Руджера.

Закончив учение, Бошкович, как было положено, сам стал преподавать в иезуитских гимназиях грамматику и художественную литературу. Однако он не переставал при этом совершенствовать свои знания. В эти годы (1735 и сл.) он написал первое сочинение — «De solis ac lunae defectibus» («О затмениях Солнца и Луны»). Оно состояло из пяти томов в стихах, первый из которых Бошкович прочитал перед Римской академией. Весь труд — тысячи гекзаметров — был издан лишь 25 лет спустя, в 1760 г., в Лондоне с посвящением Лондонскому королевскому обществу наук, избравшему Бошковича своим членом. С 1736 г. не проходило ни одного года, чтобы Бошкович, продолжавший преподавать в коллегиуме и семинарии, не печатал по одному или даже по нескольку трудов в области математики, механики, астрономии и метеорологии — результатов своих теоретических исследований, наблюдений и опытов. Так, в 1736 г. он печатает мемуар о солнечных пятнах, в 1737 г.— о геометрическом построении сферической тригонометрии, а также о прохождении Меркурия перед Солнцем, в 1738 г.— о полярном сиянии, в 1739 г.—о новой конструкции телескопа, а также о форме Земли, в 1740 г.— о соприкасающихся кругах и о движении тела, брошенного в пространстве без сопротивления, в 1741 г.— о природе и применении бесконечно больших и бесконечно малых величин, о неравенстве тяжести в различных местах

земной поверхности, в 1742 г. — о годичной аберрации звезд, о точности астрономических наблюдений, о повреждениях купола собора св. Петра и т. д. Последнюю работу Бошкович выполнил вместе с двумя римскими математиками — Вовителли и Полени, по поручению папы Бенедикта XIV, который предложил выяснить причины трещин, начавших появляться с 1631 г. в куполе знаменитого собора, возведенного в 1588—1590 гг. Было принято предложение Бошковича укрепить купол железными обручами. Вскоре, в 1743 г. последовали новые поручения папы. Бошковичу пришлось заняться реставрацией апсиды (алтарного выступа) того же собора, а затем — проблемой осушения болот, занимавших площадь около 55 км^2 между городами Террачина и Неттуна, над чем безуспешно ломали себе голову еще древние римляне. Бошкович разработал также планы регулирования течения рек Тибр и Ниторе, строительства морских портов в Капо-ди-Монте и Римини. Его планы, как и проект осушения болот, были основаны на достижениях гидравлики и трудах Стевина, Галилея, Торичелли, Паскаля, Ньютона, Бернулли, Эйлера.

Эти работы прикладного характера стали широко известны. Бошковича начали приглашать в различные государства Апеннинского полуострова для решения аналогичных задач. В 1756 г. Бошковича пригласили в Вену, ко двору Марии Терезии, которая поручила ему заняться реставрацией императорской библиотеки и дать заключение о прочности дострадавшейся колокольни Миланского храма. В 1758 г. он издал здесь основной труд своей жизни «Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem vivium in natura existentium» (Теория естественной философии, приведенная к единому закону сил, существующих в природе). Этот труд, в котором Бошкович изложил основные принципы созданного им динамического атомизма, был переиздан в дополненном и исправленном виде два раза: в 1763 г. в Венеции и в 1765 г. в Париже. Английский перевод вышел в 1922 г. в Чикаго и Лондоне. В этом труде Бошковича содержатся мысли столь смелые, что они, несмотря на свою двухсотлетнюю давность, удивительным образом предвосхитили многие идеи современного естествознания.

Весьма успешной оказалась деятельность Бошковича как геодезиста. В 1750 г. римский папа поручил ему произвести вместе с математиком Лемэром измерение дуги меридиана длиной около двух градусов, проходящего между Римом и Римини, и исправить географическую карту Папской области. Они выполнили эту задачу в течение 2 $^1/_2$ лет, причем Бошкович применил собственные, весьма совершенные методы съемки. Научное описание этой работы под названием «Астрономическое и географическое путешествие» вышло в двух латинских изданиях и во французском переводе. По почину Бошковича и отчасти по составленным им планам производились и другие измерения длины градуса: в Северной Африке, в Австрии и Венгрии, в Сардинии и Пенсильвании; их целью было уточнение фигуры Земли и географических карт. Одной из горных вершин на границе между Далмацией и Черногорией было даже присвоено название «Башня Бошковича».

Практические занятия и постоянная преподавательская деятельность не мешали Бошковичу плодотворно заниматься теорией. В 1743 г. он издает работу о движении тел под влиянием центральных сил, в 1744 г. — о лунных затмениях, в 1745 г. — о живых силах, в 1746 г. — о кометах, о конических сечениях, в 1747 г. — о морских приливах, о солнечном свете, о радуге, а также о бесконечно малых, в 1748 г. — о свете, о делимости материи, о приливах, о северном сиянии, в 1749 г. —об определении планетных орбит, о методе Эйлера для разложения дробей на элементарные, в 1751 г. — о центрах тяжести, в 1753 г.— о лунной атмосфере, о прохождении Меркурия перед солнцем, в 1754 г.— о законе непрерывности, в 1755 г.— о законе сил, а также о преломлении света в линзах телескопов и многие другие.

Эти работы выходили отдельными книгами и как статьи в различных научных журналах и сборниках ученых обществ и университетов разных городов Италии, а также в Париже, Лейпциге, Вене, Праге и др. В качестве учебника Бошкович издал в Риме в 1752 г. «Элементы математики» в трех частях, вышедшие вторым изданием в Венеции в 1758 г. Ряд оригинальных идей динамического атомизма Бошкович изложил в примечаниях и дополнениях к двум томам латинской поэмы своего друга, хорватского ученого Блажена Стойковича (Стейа) (1714—1801 гг.)—«Новейшая философия в стихах».

Многосторонняя научная деятельность Бошковича сделала его имя широко известным. Научные общества в Лондоне и в Гарлеме, академии в Риме, Флоренции, Болонье, Кортоне, Лионе, Метце, Нанси, Париже избрали его своим членом.

17 января 1760 г. на общем собрании Петербургской Академии наук [1], на котором присутствовали Ломоносов, Браун, Попов, Котельников, Кельрейтер, Румовский и др., Руджер Иосип Бошкович был выдвинут кандидатом в иностранные члены Академии. Академикам было предложено дать о нем письменные отзывы. В результате Бошкович был избран.

Постоянным местопребыванием Бошковича с 1725 по 1759 г. был Рим. В 1759 г. он отправился, сопровождая маркиза Романьоли, в длительное путешествие по Италии, Франции, Нидерландам и Германии. Как он сам указывал в одном из писем, причиной путешествия послужили «критические обстоятельства, в которых находился орден иезуитов». В Португалии ее фактический правитель, министр Помбаль, представитель так называемого просвещенного абсолютизма, проводя реформы в интересах дворянского государства, которому приходилось приспособляться к зарождавшимся буржуазным отношениям, изгнал в 1759 г. из Португалии и ее колоний иезуитов. Движение против засилия католической церкви и в особенности против иезуитов ширилось по всей Европе, пока, наконец, папа Климент XIV в 1773 г. не был вынужден формально закрыть орден, продолжавший, однако, фактически существовать.

В Париже, где господствовал дух Вольтера и Д'Аламбера, Бошкович в 1760 г. не нашел благоприятной атмосферы. Вскоре он переехал в Лондон, где сошелся с астрономом И. Брадлеем, математиком М. Стюартом, астрономом и механиком И. Фергуссоном, известным оптиком П. Доллондом и другими учеными. Лондонское королевское общество предложило Бошковичу принять участие в наблюдениях прохождения Венеры, ожидавшегося 7 июня 1761 г., и отправиться для этой цели либо в Калифорнию, либо в Константинополь. Бошкович согласился, но, прибыв в столицу Турции, тяжело заболел и выполнить задания не смог. После семимесячного пребывания в Константинополе он присоединился к возвращавшемуся на родину английскому послу. Путь их лежал через Болгарию, Молдавию и Польшу. Бошкович намеревался заехать в Петербург, однако плохое состояние здоровья помешало ему. Ненадолго задержавшись в Варшаве, Бошкович в 1763 г. через Австрию вернулся в Италию. В 1764 г. он издал работу о развалинах Трои (на острове Тенедо, который он посетил). В 1779 г. он опубликовал на немецком языке в Лейпциге, а в 1784 г. на итальянском в Бассано «Дневник путешествия из Константинополя в Польшу». В нем Бошкович описывает страны, которые посетил, свои наблюдения над языком, народами, обычаями, государственным устройством, политическим положением.

После кратковременного пребывания в Риме Бошкович был приглашен в Павию, где с 1764 г. занимал кафедру математики в университете. Одновременно он начал строить астрономическую обсерваторию в Милане. Она

[1] См. «Протоколы заседаний конференции императорской Академии наук с 1725 по 1803 г.», т. II. СПб., 1889, стр. 443.

строилась по его чертежам и под его руководством, отчасти даже на его средства, при коллегиуме, помещавшемся во дворце Брера. При сооружении обсерватории Бошкович использовал опыт постройки английской обсерватории в Гринвиче. Строительство было завершено в течение года, и, как отметил в «Journal des savants» (1776 г.) известный французский астроном Лаланд, обсерватория оказалась «более совершенной, чем все, построенные до того».

Желая полностью посвятить себя астрономическим исследованиям, Бошкович в 1770 г. переселился из Павии в Милан. Он занимался наблюдениями и теоретическими работами, совершенствованием имеющихся и созданием новых астрономических инструментов. Однако вскоре против Бошковича возникли характерные для иезуитов интриги, и он, создатель обсерватории, был вынужден покинуть ее. В период 1764—1773 гг., занятый делами обсерватории, он печатал главным образом сочинения по оптике. После краткого пребывания в Венеции Бошкович вновь отправился в Париж. Здесь специально для него правительство учредило пост директора оптического дела при морском флоте с высоким годичным жалованием (8 тыс. франков), но чтобы принять этот пост, Бошкович должен был перейти во французское подданство.

Однако он как иезуит не мог надеяться встретить особое расположение в научных кругах Парижа. Научные связи Бошковича ограничились астрономами Лаландом, Мешеном и Мессье. В эти годы, кроме оптики (построение ахроматического телескопа), Бошкович занимался наблюдением появившейся в 1779 г. кометы, а в 1781 г. — открытой Гершелем новой планеты Уран, применяя к вычислению их эфемерид собственный метод. Малоблагоприятная для Бошковича обстановка вскоре еще ухудшилась из-за споров о приоритете. На приоритет в изобретении усовершенствованного призматического микрометра двойного преломления претендовали одновременно Бошкович, французский астроном Рошон и англичанин Маскелайн.

Неудачи следовали одна за другой. Попытки Бошковича поставить опыты с наполненным водой телескопом, которыми он еще в Милане намеревался доказать ньютоновскую эманационную теорию света, не получили поддержки ни в Милане, ни в Париже; поэтому провести опыты не удалось. Приоритет его теории строения и происхождения кометных хвостов также не был признан. Подготовив собрание своих оптических и астрономических сочинений в пяти томах (две с половиной тысячи страниц in folio), Бошкович не нашел для них в Париже издателя. В 1782 г. он едет в Италию в двухгодичный отпуск с целью издать свой труд. Эти сочинения были напечатаны в Бассано в 1785 г. Во Францию Бошкович больше не вернулся: после продолжительной болезни он скончался 13 февраля 1787 г. в Милане.

Бошкович был не только крупным естествоиспытателем, но и страстным любителем античной литературы и археологии. По разным поводам он сочинил много стихотворений, главным образом на латинском языке, достигая при этом большого совершенства формы. Но он никогда не забывал своего родного хорватского языка, своей родины.

По-латыни он воспевал ее;

«... Libertate perenni
Grandibus ingeniis et nobilitate velusta
Dulce mihi natale solum, Ragusa...»[1].

И, несмотря на оторванность от родины с отроческих лет, он настолько хорошо владел родной речью, что даже писал стихи в размерах далматинских

[1] «Вечно свободный мой край, мужами великими славный, Дубровник, знатный издревле, родимая сердцу отчизна...»

народных песен. В одной из них он так описывает свои ночные астрономические бдения:

«Kad zapanjen vidim toli
Čudnu od svud svjetlos sjati,
Nebos gori, zenlju doli
U čas jedan obasjati...»[1].

Связь с родиной Бошкович поддерживал не только в стихах и переписке с родными и друзьями. В течение 26 лет, с 1756 по 1783 г., он выполнял дипломатические поручения как посол Дубровницкой республики, представляя ее политические и экономические интересы в Риме, Париже, Варшаве, Вене, Милане и Лондоне.

Дубровник и Милан увековечили память знаменитого ученого, воздвигнув ему мраморные памятники, а Югославская Академия наук — изданием его трудов.

* * *

Не иссякавший в течение 50 лет, с 1736 по 1785 г., поток научных работ Бошковича по математике, механике, физике, астрономии, геодезии, географии, строительному искусству и археологии, уже при жизни снискал их автору широкую известность. Однако славой Бошкович обязан не этим исследованиям, а высокоабстрактным атомистическим идеям — попытке решить вековые проблемы, занимающие промежуточное положение между естествознанием и философией.

Как христианин-католик Бошкович верил в бога — в сверхъестественное существо, якобы сотворившее мир и повседневно управляющее явлениями природы и общественной жизни. Но подобно тому, как сутана Бошковича и следование обету принимать пищу только один раз в день не препятствовали ему быть остроумным и галантным посетителем салонов, вера в «промысл божий» причудливо уживалась в нем с философскими идеями об атомном строении вечно движущейся материи.

Как известно, атомистика — учение о прерывистом строении материи как объективной и познаваемой реальности — имела в XVII—XVIII вв. механический характер. Ньютон, а в особенности его последователи — ньютонианцы считали, что материя состоит из первичных бескачественных, неизменных и неделимых атомов. Подобно небесным телам, они шарообразны, обладают лишь величиной и массой и способны только к механическому движению. Действующие между атомами силы, подобные тяготению, силы притяжения и отталкивания, должны были объяснить сцепление атомов в более крупные соединения, природу света, теплоты, электричества, горения.

Однако это материалистическое и вместе с тем механистическое учение не было в состоянии выполнить свою метафизическую программу сведения бесконечного многообразия природы к последним, неделимым элементам: природа оказалась несравненно сложнее. Эта слабость механического атомизма была использована идеалистами, в частности, Лейбницем, создавшим в противовес ему свою монадологию. Нематериальные, неделимые, не находящиеся в пространстве духовные сущности — монады — центры деятельной силы, обладающие самодвижением, в развитии связанные между собой предустановленной богом гармонией, якобы обусловливали все многообразие мира. Это было идеалистическое и внутренне противоречивое учение

[1] «Как зачарованный, вижу
Чудное, светящее повсюду сиянье,
Которое небо сверху, Землю внизу
В тот же миг озаряет...».

о монадах, зависящих от бога, но вместе с тем самостоятельных и самодеятельных. Но тем не менее оно являлось, как это отмечали Маркс и Ленин, шагом вперед по сравнению с механистическим воззрением. В своем представлении о незнающей покоя многообразной и активной субстанции, в своем отрицании ньютоновского абсолютного, т. е. не зависящего от тел пространства и времени, в своем «принципе непрерывности», выражавшем вопреки даваемому ему теологическому обоснованию идею всеобщего развития, лейбницевская монадология содержала элементы диалектического понимания природы.

Бошкович первый после появления «Начал» Ньютона попытался в фундаментальном сочинении философски осмыслить проблему материи. Как указывает сам Бошкович во введении к своей «Теории натуральной философии», он своеобразно объединил в ней ньютонианские и лейбницианские взгляды. От Ньютона он позаимствовал идею действенных сил, от Лейбница — идею монад. Но в обоих случаях Бошкович значительно видоизменил эти идеи.

Ньютонианцы представляли себе силы по аналогии с действием механического соударения тел — атома об атом. Лейбниц считал монады бестелесными проявлениями «излучений божества» — они были не физическими, даже не геометрическими, а «метафизическими» точками. Бошкович, возражая Лейбницу, полагал, что материя строится из геометрических безразмерных точек, обладающих, однако, массой, т. е. из точек, являющихся центрами физических сил и напоминающих «материальные точки» классической теоретической механики. Силы не прилагаются к точкам извне, а связаны с ними неотделимо. Эти точки Бошкович считает межами, или границами расстояний, они могут находиться как угодно близко друг к другу, но никогда не могут прийти в соприкосновение. Таким образом, материя представляется абсолютно прерывной. В подтверждение Бошкович ссылается на опытные данные,— все тела в тонких слоях прозрачны.

Материалистические критики Бошковича, как правило, утверждают, что он, лишив свои точки телесности, лишил их и объективного существования. Действительно, лишив элементы материи протяженности, хотя и признавая их существование в пространстве, Бошкович стал на идеалистические позиции. Однако он писал,— а это исключительно важно в гносеологическом отношении,— что эти тождественные, неделимые и безразмерные элементы материи, эти центры физических сил «легко действуют на наши чувствилища, возбуждают в них какое-то движение, которое переносится в мозг и создает в нем ощущение». Это обстоятельство замалчивают современные комментаторы и популяризаторы Бошковича из католического и позитивистского лагерей. Бошкович категорически отвергает как духовные свойства лейбницевских монад, так и его предустановленную гармонию.

Таким образом, решение Бошковичем гносеологического вопроса относительно природы вплотную подходило к материализму. Но в вопросе о сущности бытия Бошкович (поскольку речь шла о природе) только приближался к материалистическому решению.

Ведь Бошкович был атомистом. А «атомистика,— как писал Гегель, — вообще противопоставляет себя представлению о сотворении мира и сохранения мира силою чуждого существа».

Как известно, по поводу этой мысли Гегеля, справедливой относительно материализма древних, Ленин заметил: «Материализм (Гегель боится слова: чур меня) versus атомистика»[1]. Понятно, что взгляды Бошковича на природу, его динамический атомизм, страдавший внутренним противоречием, поскольку он признавал материальные и вместе с тем непротяженные атомы,

[1] В. И. Ленин. Философские тетради. 1947, стр. 249.

тем более находился в самом непримиримом противоречии с его теологическим миропониманием.

По Бошковичу, силы, действующие между точками, имеют на небольшом расстоянии от своего центра характер отталкивания; затем отталкивание переходит в притяжение. Бошкович ссылается на Ньютона, который, например, объяснял взаимным переходом притяжения и отталкивания то, что притягивающая сила куска металла, погруженного в кислоту, способна подействовать лишь на небольшую часть кислоты; этим же переходом Ньютон объяснял и отражение света от поверхности тел. Рассматривая поведение силы, Бошкович исходит из аналогии с пружиной, которая может находиться в трех состояниях: 1) нейтральном, 2) растянутом, чему соответствует притяжение ее частиц, 3) сжатом, чему соответствует отталкивание частиц.

Бошкович, считавший материю абсолютно прерывной, воспринял вместе с тем для сил лейбницевский «принцип непрерывности», согласно которому силы действуют так, что «природа не делает скачков» и что «все во Вселенной находится в такой связи, что настоящее всегда скрывает в своих недрах будущее, и всякое данное состояние объяснимо естественным образом только из непосредственно предшествовавшего ему»[1]. Исходя из этого принципа, Бошкович стремился дать монистическую картину мира. Ньютонианцы считали, что атомы обладают тремя первосвойствами — тяжестью, сцепляемостью и упругостью. Между тем Бошкович пытался вывести из закона сил, единого во всей Вселенной, все свойства материи. С этой целью он придал своему закону силы вид, изображенный следующей кривой, которую мы воспроизводим по его труду, издания 1763 г., заменив лишь буквальные обозначения современными и расположив кривую в соответствии с ныне принятой системой координат[2].

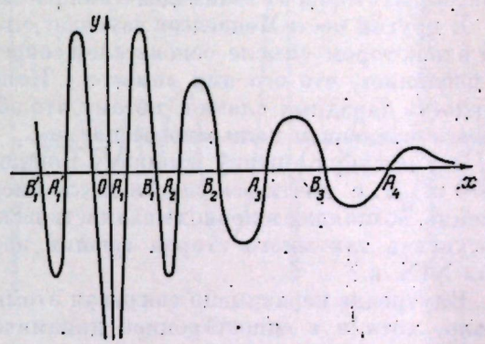


Рис. 1.

Здесь O — рассматриваемый центр сил, на оси абсцисс измеряются расстояния x, на оси ординат — величина силы y. Кривая симметрична относительно оси y и имеет обе оси своими асимптотами. В точках A_1, A_2, A_3,... A_n расположены границы притяжения, в точках $B_1, B_2, B_3, \ldots B_{n-1}$ — границы отталкивания. Тогда ясно, что с какой бы большой скоростью ни двигалась точка от A_1 к O, она никогда не достигнет O, а будет отталкиваться к A_1. Если слегка сместить точку, находящуюся в A_1, то после небольшого колебательного движения она вернется в A_1. Аналогично поведение точек на отрезках B_1A_2 и B_2A_3. С другой стороны, материальная точка между A_1 и B_1 будет стремиться прочь от B_1 в направлении к A_1. Материальная точка между B_1 и A_2 будет стремиться к A_2. Итак, в точках $B_1, B_2, \ldots B_{n-1}$ ни одна материальная точка не может оставаться в равновесии, как это будет иметь место в точках $A_1, A_2, \ldots A_n$. В случае, если материальная точка будет выведена достаточно большой силой за последнюю из точек A_n, она подвергнется ньютоновскому тяготению по закону обратных квадратов. Разумеется,

[1] G. W. Leibniz. Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie. 1906, B. II, S. 75.

[2] У Бошковича положительная ось координат направлена вниз.

что верное для одного произвольно избранного направления, исходящего из O, верно и для всех направлений в пространстве.

Д. И. Менделеев в «Основах химии» дал сжатое изложение атомистического учения Бошковича. Он подчеркнул, что вследствие того, что атомы окружает сфера отталкивания, которую Бошкович уподобляет сфере действия отряда солдат, атомы не могут сливаться, а держатся на некоторых расстояниях друг от друга и занимают пространство. И Менделеев замечает: «Максвелл справедливо называет эту гипотезу «крайнею» между существующими для вещества[1], но в современных воззрениях повторяется много сторон учения Бошковича, с тем основным различием, что вместо математической точки, снабженной свойствами массы, атомам приписывается телесность, как телесны звезды и планеты, которые можно при рассмотрении некоторых сторон их взаимодействия рассматривать как материальные точки»[2].

В другом месте Менделеев замечает, что Бошковича «ныне повсюду считают в некотором смысле основателем современных представлений о веществе», и добавляет, что его имя «вместе с Коперником составляет справедливую гордость западных славян, потому что оба эти ученые патеры стоят впереди своего времени и дали многое науке»[3].

Эту высокую оценку атомизму Бошковича Менделеев высказал в 1868—1870 гг., т. е. почти век спустя после смерти Бошковича. Как же могло это учение, возникшее в период механистического естествознания XVIII в., предвосхитить так много сторон физики эволюционного периода естествознания XIX в.?

Внутренне неразрывно связывая атомы и силы, учение Бошковича выражало, хотя и в односторонней динамический форме, нераздельную связь материи и движения. Эту прогрессивную сторону учения Бошковича признавал выдающийся английский химик-материалист Джозеф Пристли, выступавший против декартовского понимания материи как косной, инертной и рассматривавший ее как активное начало, обладающее притяжением и отталкиванием. В «Истории оптики» (1772 г.) Пристли прямо признавал себя сторонником идей Бошковича, заявляя, что с их помощью легче всего устранить трудности, встречающиеся в теории истечения света Ньютона. Профессор теоретической физики в Эдинбурге Джон Робинсон, автор четырехтомного труда «Система механической философии» (изданного посмертно в 1822 г.), в 1785 г. излагал теорию Бошковича, считая ее «самой остроумной» и заявляя, что «если мы когда-либо получим знание подлинно истинной теории, то она будет похожа на теорию Бошковича во многих ее главных чертах». Фарадей включил в свою теорию электричества идею Бошковича об атомах как простых центрах сил—поперечных сечениях силовых линий.

Вместе с тем необходимо отметить, что атомистика Бошковича не только находила мало признания при его жизни, но и справедливо критиковалась за свой чисто динамический характер. Даже в Англии и во Франции, где она, как это отмечает в своей «Истории физики» Ф. Розенбергер[4], правда очень медленно и в ограниченном объеме, завоевала несколько большее сочувствие, указывали, что сила без вещества, на которое она действует, есть

[1] Максвелл упрекал Бошковича в том, что он, не допуская совпадения двух точечных атомов, будто бы делает этим «ничем не оправдываемую уступку обычному мнению, что два тела не могут одновременно занимать одного и того же места». По Максвеллу,— это «предрассудок одного и того же порядка», как и мнение, что «всякая материя протяжена в длину, ширину и глубину». Нельзя не отметить, что это замечание выдающегося физика-материалиста, в котором он допускает существование непротяженной материи, представляет собой уступку идеализму (см. Джемс Кларк Максвелл. Речи и статьи. М.— Л., 1949, стр. 130—132).

[2] Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 13, т. I. М.— Л., стр. 472—473.

[3] Д. И. Менделеев. Указ. соч., стр. 371.

[4] Ф. Розенбергер. История физики, изд. 2, ч. II. М.— Л., 1937, стр. 276.

лишь пустое выражение (французский химик Ж. А. Делюк «Idées sur la météorologie», англичанин Прайс).

Однако, несмотря на этот коренной недостаток, антимеханистический характер атомистики Бошковича способствовал тому, что в научном отношении эта теория значительно опередила свое время. Прогрессивная сторона учения Бошковича не ограничивается лишь тем, что оно в своеобразной форме исходило из единства материи и движения. Бошкович ясно осознал, что законы движения материи различны в различных областях малости. В то время как на крайне малых расстояниях действует отталкивание, безгранично возрастающее с дальнейшим уменьшением расстояния, с увеличением расстояния это отталкивание сменяется притяжением, затем вновь переходит в отталкивание и так попеременно по нескольку раз, пока наконец, на сравнительно больших расстояниях оно не переходит в тяготение. Однако Бошкович добавляет, что это верно лишь в пределах расстояний, сравниваемых с расстояниями до самых отдаленных небесных тел. Не исключена возможность, что на значительно бо́льших расстояниях кривая сил снова m раз пересечет ось абсцисс, имея вид, сходный с тем, который она имеет для крайне малых расстояний. В этом случае видимый нами мир был бы лишь одной из единиц, и подобные единицы разных порядков находились бы в каких-то взаимных связях, причем было бы исключено, как это видно из кривой, чтобы частица материи переходила из одного из этих миров в другой.

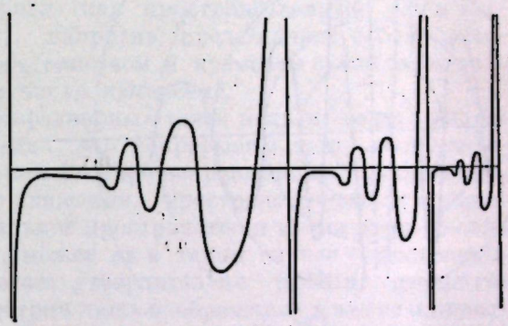


Рис. 2.

Нельзя не восхищаться смелостью и размахом этих идей. Известно, что признание бесконечности Вселенной, бесконечности ее массы и числа звезд в ней приводит к гравитационному и фотометрическому парадоксам, которыми пользуются идеалисты, чтобы обосновать конечность Вселенной в пространстве. Известно также, что эти парадоксы устраняются при признании структурности бесконечной Вселенной, т. е. такого ее строения, при котором звезды группируются в галактики, последние — в метагалактики, которые в свою очередь группируются в системы еще более высокого порядка и т. д. до бесконечности, причем эта иерархия разнопорядковых миров подчинена определенному закону, связывающему радиусы и массы систем, а также периоды их развития. Простейшая схема этой иерархии миров, которая лишь продолжает аналогичное ступенчатое строение материи вглубь, в недра атома, ядра, «элементарных частиц» и т. д., разрабатывалась с 1908 г. шведским астрономом Шарлье, американским астрономом Шепли и была усовершенствована советскими учеными В. Г. Фесенковым и В. А. Амбарцумяном, хотя вследствие математических трудностей до сих пор не удалось учесть теорию тяготения А. Эйнштейна.

Один из крупнейших физиков нашего времени, материалист-диалектик, П. Ланжевен, выступая против механицизма, высказал мысли, удивительным образом перекликающиеся с идеями Бошковича. В докладе «Атомы и корпускулы» на открытии Международного съезда по физической химии в 1933 г. Ланжевен говорил, указывая на различие закономерностей макро- и микромира: «...перед нами открывается мир гораздо богаче того, который представлял себе Паскаль, предполагавший одинаковым строение

бесконечно малого и бесконечно большого, различающихся между собой только в масштабе... К счастью, действительность оказывается гораздо богаче и несравненно интереснее. Каждая новая область, открывающаяся нам в результате успехов экспериментальных знаний, дает нам что-нибудь совершенно новое и требующее для своего объяснения творческого усилия теоретической мысли...»[1].

Но идеи Бошковича, в частности его закон сил, мало признанные при жизни их автора, стали оказывать непосредственное влияние на развитие идей теоретической физики в начале нашего века. Так, знаменитый английский физик Уильям Томсон (Кельвин), считавший Бошковича в 1884 г. «устаревшим», в 1893 г. его теорию — «бесконечно невероятной», признавал

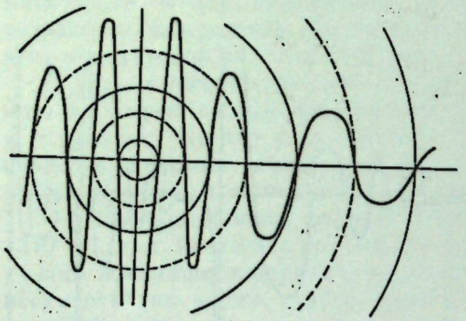


Рис. 3.

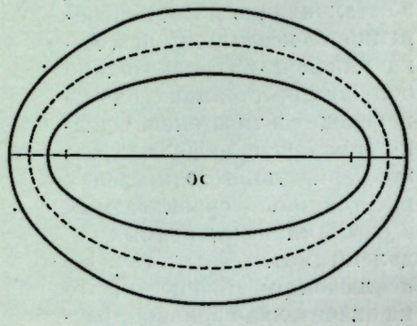


Рис. 4.

ее в 1900 г. «восстановленной как руководство», а в 1905 г. заявил, что его «настоящая точка зрения — это бошковичианизм, чистый и простой»[2]. Другой выдающийся английский физик, Дж. Дж. Томсон, создатель первой модели атома (1903 г.), в «Корпускулярной теории материи» (стр. 160) при рассмотрении обращения электрона в атоме применяет кривую Бошковича. Таким путем он получает для электрона систему устойчивых круговых орбит, единственно возможных. Но такое выделение возможных (или, как позже стали говорить, «дозволенных») орбит было известно уже Бошковичу, изучавшему в своей «Теории» систему конфокальных эллиптических орбит, вершины которых попеременно соответствуют граничным точкам притяжения и отталкивания $A_1B_1\ A_2\ B_2$, ..., что напоминает модель атома Зоммерфельда. Бошкович привел это рассуждение лишь как пример выводов, вытекающих из его теории, заметив, что он не находит, где бы оно могло применяться.

Между тем, в томсоновской модели атома именно идея устойчивых орбит оказалась наиболее жизненной, в то время как предполагаемое им расположение электронов внутри положительно заряженной сферы было ошибочным. Построенная Резерфордом (1911 г.) и Бором (1913 г.) модель атома сохранила устойчивые орбиты Бошковича—Томсона как единственно дозволенные. И даже в настоящее время, после создания волновой теории атома, эти орбиты не утратили своего значения, так как они представляют собой те же области атома, где электрон проявляет свое действие несравненно чаще, чем в других.

Не только кривая сил Бошковича, но и многие его взгляды на пространство и время, движение и инерцию, природу геометрии и т. д., высказанные 200 лет назад, кажутся нам вполне современными.

[1] П. Ланжевен. Избр. соч. М., 1949, стр. 361.

[2] S. P. Thomson. The life of William Thomson, Baron Kelvin of Largs, t. II, 1910, p. 1077.

В то время как механический материализм считал, что пространство и время существуют сами по себе, независимо от материи, а Лейбниц полагал, что пространство и время — это порядок духовных монад, их производное, Руджер Бошкович учил, что пространство и время — это либо способы, либо формы, либо условия существования вещей (modi existendi). Вопрос о том, чем они являются — способами, формами или же условиями существования — он считал неразрешимым. Бошкович различает пространство и время, каковы они на деле и как мы их знаем, подчеркивая при этом, что всякая материальная точка имеет эти два способа существования и что они подлинно реальны. Пространство и время, заявляет Бошкович, неделимы, неисчерпаемы и неотделимы. Они являются основой движения — все непрестанно движется. Пустое пространство реально не существует (nihil in actu existens est). Взаимный интервал (как пространственный, так и временной двух материальных точек), напротив, представляет собой материальную реальность. Между пространством и временем существует полная аналогия — различие лишь в числе измерений.

Предвидя возражение, что из безразмерных точек нельзя создать непрерывную линию, Бошкович утверждал, что непрерывны лишь воображаемые пространство и время. В реальном же мире непрерывно лишь движение, а также, поскольку они зависят от движения, пространственные и временные интервалы, между тем как реальное пространство и время сами по себе прерывны. Бошкович спрашивает, может ли в таком случае существовать общепринятая геометрия. Он отвечает утвердительно (tollitur geometria actu existas), но отмечает, что геометрия лишь воображаема и что ее положения гипотетичны, а вовсе не априорны. Наша геометрия, замечает он, применима к материальным точкам, поскольку они доступны чувствам, но так как можно допустить, что существуют миры других порядков, то следует признать, что могут они иметь свои пространство и время.

С методологической точки зрения весьма интересно, что Бошкович изучает все логически возможные сочетания пространственных и временных положений материальной точки или двух материальных точек. Из формально возможных восьми случаев он исключает семь, либо как противоречивые, либо как бесконечно маловероятные, сохраняя только случай одновременного пребывания двух различных материальных точек в различных местах пространства. В этом непоследовательность Бошковича, нарушившего им же самим высказанный принцип полной аналогии между пространством и временем.

Не будучи философским релятивистом, Бошкович подчеркивает, однако, относительность познания. Если бы весь мир, который мы видим, — рассуждает он, — смещался или вращался, мы не могли бы установить этого; также, если бы он весь сжимался или растягивался — это было бы для нас незаметно. Эти рассуждения Бошковича, чрезвычайно напоминающие позднейшие рассуждения Гельмгольца и Пуанкаре, были подхвачены философскими релятивистами и истолкованы так, будто Бошкович утверждал абсолютную относительность познания вообще. Но Бошковичу была чужда эта точка зрения, что видно из следующего характерного эпизода. В 1746 г., печатая в издании иезуитской коллегии сочинение «Dissertatio de cometis», Бошкович писал, что он рассматривает обращение Земли вокруг Солнца лишь как гипотезу. Когда же он эту работу опубликовал в 1785 г. в своих «Сочинениях», то специально указал, что сделать эту оговорку в первом издании его вынудили условия. Ясно, что Бошкович имел в виду условия иезуитского ордена, которые не позволили ему выступить открыто в защиту коперникова учения.

Чтобы дать представление о том, насколько Бошкович опередил свое время, приведем выдержку из «Дополнения II. О времени и пространстве».

(20) к его «Теории»: «Если либо внешние объекты, либо наши органы изменят способы своего существования таким путем, что первоначальное их отношение не останется постоянным, тогда изменятся и наши идеи о них и мы почувствуем перемену; но изменение идей будет в точности то же, изменились ли внешние объекты, или наши органы, или же неодинаково и те и другие. Во всех случаях наши идеи относятся к разностям между новым состоянием и старым, а не к абсолютному изменению, которое не входит в кругозор наших чувств...». В дальнейшем Бошкович рассматривает процесс измерения расстояний при помощи стержня и приходит к выводу, что «мы не можем получить прямого знания абсолютного расстояния», поскольку нет абсолютно неизменных, абсолютно жестких стержней. Но то же, указывает Бошкович, относится и к параллельности направлений и к измерению времени. «Так же как невозможно при измерении пространства перенести неизменную длину, невозможно и при измерении времени перенести неизменный промежуток».

Разве все это не напоминает современные рассуждения о контрактационной гипотезе Лоренца? Сходство станет особенно разительным, если принять во внимание, что Бошкович писал: «Если бы измерительный деревянный или железный стержень в десять локтей длины состоял из совершенно непрерывной и жесткой материи, то мы могли бы считать его в точности неизменным образцом сравнения; но в моей теории точек, пребывающих на расстоянии друг от друга, все точки десятилоктевого стержня при его перемещении реально непрерывно меняют расстояние». А у Эддингтона мы читаем: «Вы удивлены, что размеры движущегося стержня могут изменяться просто от того, что мы перемещаем его в различных направлениях. Но придав движение стержню со всеми маленькими электрическими зарядами, содержащимися в нем, мы вводим новые магнитные силы между частицами. Ясно, что так нарушается первоначальное равновесие, а следовательно, среднее расстояние между частицами должно измениться, пока не наступит новое равновесие. Таким образом, протяжение роя частиц — длина стержня — изменится»[1].

Не признавая абсолютного, т. е. не зависящего от действующих между атомами сил, пространства и времени, Бошкович последовательно считает, что и абсолютный покой и абсолютное движение совершенно исключены, так как движется все и всякое движение — это относительное изменение пространственного и временного состояния материальных точек. Столь же решительно Бошкович отрицает существование абсолютной инерции. Он полемизирует с Ньютоном и Эйлером, указывая, что приписывание материальному телу инерции как абсолютного свойства основано на умозрительном рассмотрении в действительности никогда не существующего изолированного тела в пустом, также в действительности не существующем пространстве. На деле же инерция — об этом писал Бошкович еще в 1747 г. в мемуаре о морских приливах — основывается на взаимодействии тела со всеми остальными телами.

Таким образом, в своем понимании пространства, времени, движения, инерции Бошкович во многом предвосхитил идеи теории относительности. Но, как известно, эта физическая теория, установившая зависимость неразрывно взаимосвязанных пространственных и временных свойств физической реальности от движущейся материи, подвергла критическому пересмотру и геометрию. Каково же было отношение Бошковича к проблеме геометрии, в частности к знаменитому V постулату Евклида? Сознавал ли он возможность существования неевклидовой геометрии или признавал геометрию Евклида единственно возможной?

[1] A. Eddington. The Nature of the Physical World. Cambr., 1930, p. 5—6.

Дать исчерпывающий ответ на этот вопрос не представляется возможным, поскольку документальные свидетельства далеко не полны. Однако имеются факты, которые свидетельствуют в пользу определенного ответа. В 1766 г. Бошкович был профессором математики университета в Павии; он, конечно, не мог не знать вышедшего в 1733 г. в Милане труда Дж. Саккери «Евклид, очищенный от всех пятен», в котором Саккери пытался доказать V постулат. Но Бошкович нигде не упоминает об этом прославленном труде — не потому ли, что не желает высказать свое несогласие с ним? Ведь Бошкович в своих «Дополнениях» к I тому философской поэмы Стойковича (1755 г.) прямо писал, что «свойство параллельных не может быть точно доказано при помощи дедукции из других основных принципов, а неизбежно должно приниматься как допускаемое понятие»[1]. Следовательно, Бошкович не считал возможным вывести V постулат из других аксиом Евклида. С другой стороны, он вполне сознавал возможность построения геометрии, отличной от евклидовой. Так, по поводу прямой линии он писал: «Но если бы другой ум, совершенно отличный от нашего, усматривал некоторое свойство какой-то кривой линии, так же как мы усматриваем самоналожимость прямой линии, а самоналожимости этой прямой не видел бы, он не располагал бы элементы своей геометрии согласно весьма отличной (от нашей) системе, но стал бы открывать совсем другие отношения (между ними), на что я указывал в своих заметках»[2].

Таким образом, Бошкович, в отличие от всех математиков XVIII в., в том числе и И. Г. Ламберта, стоявшего ближе всех к открытию неевклидовой геометрии, смело отошел от укоренившихся веками взглядов, не признающих возможность существования неевклидовой геометрии.

Заканчивая обзор взглядов Бошковича на философские проблемы естествознания, мы не можем не обратить внимания на то, что, наряду с замечательными прогрессивными идеями, отдавая дань условиям времени и социальной среды, в которой эти идеи возникали, он создал немало натурфилософских умозрительных построений, туманных и противоречивых. Так, Бошкович не признавал абсолютно пустого пространства, а вместе с тем считал материю абсолютно прерывной, придавая понятию «расстояние» какой-то вещный смысл. Необъясняя подробно сущности и причины действия своих силовых центров, он вместе с тем высказывался против принципа дальнодействия. Одновременно, ссылаясь на «верховного зодчего», Бошкович был сторонником эмиссионной теории света, причем, хотя с его точки зрения «частицы света» не были тесными корпускулами, а состояли из колеблющихся материальных точек, он занимал в этом вопросе более крайнюю позицию, чем Ньютон, допускавший наряду с корпускулярной теорией, к которой он склонялся больше, и мысль о волновой теории, даже пытавшийся одно время сочетать их.

* * *

Задумываясь над жизнью и научной деятельностью Руджера Иосипа Бошковича, мы приходим к некоторым общим выводам.

Прежде всего мы вновь убеждаемся в том, что никакие оковы религиозных суеверий, никакие иезуитские ордена и инквизиция не в состоянии остановить прогрессивную мысль человека. Вместе с тем вновь подтверждается, что любая нация, большая или небольшая по численности, способна вы-

[1] «...donec ad parallelarum proprietatem devinatur, quae idcirco accurate ex aliis principiis demonstrari non possunt, sed aliquid necessario assumi debet ut per se notum».

[2] «At siqua mens a nostra admodum diversa, aliquam alicujus curvae lineae proprietatem intueretur, ut nos rectae lineae congruentiam, ipsam autem congruentiam rectae non videret; nec illa longe alia ratione elementa suae Geometriae ordinaret, et longe allias relationes investigaret; ut innui in ipsis notis».

двинуть великих людей, способна, в частности, внести свой вклад в сокровищницу мировой науки. Славный дубровничанин доказал это своей жизнью, своим творчеством.

Атомистика Бошковича еще раз раскрывает перед нами некоторые важнейшие закономерности развития научных идей. Мы видим, что ее сила в антимеханистической направленности, ее слабость — в идеалистических умозрительных выводах. Можно заметить, что если высказанные два века назад идеи Бошковича предвосхищают многое из того, к чему пришла современная наука, то это произошло не потому, что наше познание природы остается на месте или вращается в порочном кругу. Напротив, с новыми, несравненно более действенными средствами исследования, вооруженные невиданной силы экспериментальной техникой, высоко абстрактной теорией, а главное — всепобеждающим научным диалектико-материалистическим мировоззрением, мы восходим к объективной истине по крутым виткам широко развертывающейся спирали познания. Синтез прерывного и непрерывного мы ищем теперь на новом, высшем уровне.

Наконец, мы наблюдаем незавидную судьбу, постигшую идейное наследие Бошковича в капиталистических странах. Католические философы пытаются найти в нем аргументы в пользу религии. Позитивисты разных толков объявляют Бошковича предтечей Маха — философским релятивистом. И те и другие обходят все, что было подлинно прогрессивно, раздувают все, что было консервативно, реакционно, — словом, поступают с идеями Бошковича так же, как с идеями любого мыслителя, начиная с Аристотеля.

Пора этому положить конец. Вместе с югославскими товарищами мы должны взяться за глубокое, всестороннее изучение естественнонаучного и философского наследства Бошковича, создать его научную биографию, выяснить его подлинное место и значение в истории науки. Прогрессивные идеи великого сына югославского народа входят в общечеловеческую культуру и должны стать достоянием ее единственного законного наследника — трудящихся всего мира.

СОЧИНЕНИЯ Р. И. БОШКОВИЧА*

1736. 1. De maculis solaribus. Exercitatio astronomica habita in collegio romano S. J. Romae, 1736.

1737. 2. Constructio geometrica trigonometriae sphaericae. Romae, 1737.

3. De Mercurii novissimo infra solem transitu. Dissertatio habita in Seminario romano. Romae, 1737.

1738. 4. De aurora boreali. Dissertatio habita in Seminario romano. Romae, 1738.

1739. 5. De novo telescopii usu ad obiecta coelestia determinanda. Dissertatio habenda a patribus S. J. in collegio romano. Romae, 1739 (recusa in Actis lipsiensibus a. 1740).

6,7. De veterum argumentis pro telluris sphaericitate. Dissertatio habita in Seminario romano. Romae, 1739 (edita a. 1744 Lucae: «Memorie sopra la fisica e istoria naturale di diversi valentuomini»).

1740. 8. De circulis osculatoribus. Dissertatio habenda a patribus S. J. in collegio romano. Romae, 1740.

9. De motu corporum proiectorum in spatio non resistente. Dissertatio habita in Seminario romano S. J. Romae, 1740.

1741. 10. De natura et usu infinitorum et infinite parvorum. Dissertatio habita in collegio romano S. J. Romae, 1741.

11. De inaequalitate gravitatis in diversis terrae locis. Dissertatio habita in Seminario romano S. J. Romae, 1741.

1742. 12. De annuis fixarum aberrationibus. Dissertatio habita in collegio romano S. J. Romae, 1742.

* По. Dr Fr. Račkoj. Život i djela R. J. Boškovića. Zagreb, 1888.

1742. 13. De observationibus astronomicis et quo pertingat earundem certitudo. Dissertatio habita in Seminario romano. Romae, 1742.

14. Disquisitio in universam astronomiam publicae disputationi proposita in Collegio romano S. J. Romae, 1742.

15. Parere di tre matematici sopra i danni, che si sono trovati nella cupola di S. Pietro sul finne dell'a. 1742, dato per ordine di N. S. Benedetto XIV. Roma, 1742.

1743. 16. Riflessioni de' P. P. Tomaso le Seur, Franc, Jaquier, dell' Ordine de' Minimi, e R. G. Boscovich della Compagnia di Gesù, sopra alcune difficoltà spettanti i danni e resarcimenti della cupola di S. Pietro, proposte nella congregazione tenuta nel Quirinale a 20 Genaro 1743, e sopra alcune nuove ispezioni fatte dopo la medesima congregazione. Romae, 1743.

17. De vaticani templi apside restauranda et munienda. Romae, 1743.

18. De motu corporis attracti in centrum immobile viribus decrescentibus in ratione distantiarum reciproca duplicata in spatiis non resistentibus. Dissertatio habita in collegio romano. Romae, 1743 (recusa a. 1747 in Commentariis academiae bonnoniensis t. II, p. 3).

19. Problema mecanicum de solido maximae attractionis, solutum a p. R. J. Boscovich, S. J. pub. prof. Matheseos in collegio rom. in «Memorie sopra la fisica e istoria naturale...» Luca, 1743 (Salani e Giuntini) tom I.

1744. 20. Nova methodus adhibendi phasium observationes in ecclipsibus lunaribus ad exercendam geometriam et promovendam astronomiam. Dissertatio habita in collegio romano. Romae, 1744 (recusa in «Memorie...» Lucca, 1747).

1745. 21. De viribus vivis. Dissertatio habita in collegio romano S. J. Romae, 1745 (recusa in «Commentariis academiae bonnoniensis» 1747, t. II, p. 3 in Germania saepius).

22. Trigonometria sphaerica p. R. J. Boscovich. De cycloide et logistica, ab eodem (in p. Taquetti: Elementa geometriae. Romae, 1745, sumptibus V. Monaldini).

1746. 23. De cometis. Dissertatio habita a P. P. S. J. in collegio romano. Romae. 1746.

24. D'un antica villa scoperta sul dosso del Tusculo. D'un antico orologio a sole e d l i alcune altra rarità,che si sono tra le rovine della medesima ritrovate. Giornale de'Letterati per l'a. 1746, art. XIV, p. 115—36. Roma.

25. Dimonstrazione facile di una principale proprietà delle sezioni coniche, la quale non dipende da altri teoremi conici; e dissegno di un nuovo metodo di trattare questa dottrina. Giornale. Roma, 1746.

1747. 26. De viribus vivis. Commentarii instituti bonnen. 1747, t. II, p. 289.

27. De motu corporis attracti. Ibid. II, t. 3, p. 262.

28. De aestu maris. Dissertatio habita a P. P. S. J. in collegio romano. Romae, 1747.

29. C. Noceti S. J. de iride et aurora boreali... cum notis J. R. Boscovich ex eadem societate. Romae, 1747.

30. Dissertatione della luce solare del P. R. G. Boscovich, matematico del collegio romano. Giornale de'Litterati, Roma, 1747.

31. Dimonstrazione di un passo spettante all'angolo massimo e minimo dell'Iride, cavato dalla prop. IX, par. 2 del libro I. dell'Ottica del Newton, con altre reflessioni su quel capitolo, del P. R. G. Boscovich, della compagnia di Gesù. Ibid.

32. Metodo di alzare un infinitinomio a qualunque potenza, del P. R. G. Boscovich. Parte I e II. Ibid.

1748. 33. Soluzione geometrica di un problema spettante l'ora delle alte e basse maree, e suo confronto con una soluzione algebraica del medesimo, data dal S. Daniel Bernouilli. Del P. R. G. Boscovich, della comp. di Gesù. Roma. Giornale de' Letterati, 1748.

34. Dialogi pastorali V. sull'aurora boreale, del P. R. G. Boscovich, della comp. di Gesù, lettore di Matematica nel Collegio romano. Roma, 1748.

35. De lumine. Dissertatio publice propugnata in collegio romano. S. J. Romae, 1748. Pars I et II. Viennae, 1766.

1749. 36. De determinanda orbita planetae ope catoptricae ex datis: vi, celeritate et directione motus in dato puncto. Exercitatio habita (die 2. septembris 1749) a PP. S. J. in collegio romano. Romae, 1749.

37. Sopra il turbine, che la notte tra gli 11 e 12 di Giugno del 1749 daneggiò una gran parte di Roma. Dissertazione del P. R. G. Boscovich, della compagnia di Gesù. Roma,

1749. Appendice: sopra più iridi contigue vedute lo stesso giorno dall'autore. (Latina versio Micro-Pragae, 1766).

38. Dimonstrazione di un metodo dato dall'Eulero per dividere una frazione razionale in più frazioni più semplici con delle altre riflessioni sulla stessa materia. Giornale de'Letterati. Roma, 1749.

1750. 39. Lettera del P. R. G. Boscovich, della comp. di Gesù, al Sign. ad. Angelo Bandini in risposta alla lettera del S. Ernesto Freeman sopra l'obelisco d'Augusto. Giornale de'Letterati. Roma 1750. Altra lettera in Bandini: de obelisco Caesaris Augusti e campi Martii ruderibus nuper eruto. Romae, 1750.

40. Cantatinae pro visitatione dei genitricis. Viterbi. 1750.

1751. 41. De centro gravitatis. Dissertatio habita (die 11. Julii 1751) in collegio romano S. J. Romae, 1751. Editio altera: Accedit disquisitio in centrum magnitudinis, quae quaedam in ea editione proposita atque alia iis affinia demonstratur. Romae, 1751.

1752. 42. Elementa matheseos universae ad usum studiosae inventutis: tomi I, pars 1, complectens geometriam planam, arithmeticam vulgarem, geometriam solidorum et trigonometriam cum planam tum sphaericam; pars altera, in qua algebrae finitae elementa traduntur. Romae, 1752.

43. De curvis quibusdam (in opere J. B. Soardi: Novi instromenti. Brescia, 1752).

1753. 44. De lunae atmosphaera. Dissertatio habita a P. P. S. J. in collegio romano (etiam: auctore R. J. Boscovich). Romae, 1753.

45. Osservazioni dell'ultimo passagio di Mercurio sotto il sole, seguito a 6 di Maggio 1753, fatte in Roma e raccolte dal P. R. G. Boscovich, della compagnia di Gesù, con alcune riflessioni sulle medesime. Giornale de' Letterati. Roma, 1753.

46. P. Rogerii J. Boscovich S. J. inter Arcades Numenii Anigrei ecloga, recitata in publico Arcadum concessu primo ludorum olympicorum die, quo die Michael Jos. Moreius, generalis Arcadiae custos, illustrium poetarum Arcadum effigies formandas iaculorum ludo substituerat. Romae, 1753.

47. Stanislai Poloniae regis, Lotharingiae ac Barri ducis et inter Arcades Euthymii Aliphiraei, dum eius effigies in publico Arcadum coetu erigeretur, Apotheosis, autore. p. R. J. Boscovich S. J. inter Arcades Numenio Anigreo. Romae, 1753 (recusa Nancei cum versione gallica Dom. Cogolini).

1754. 48. De continuitatis lege et consectariis pertinentibus ad prima materiae elementa eorumque vires. Dissertatio habita a P. P. S. J. in collegio romano, autore p. R. J. Boscovich, S. J. publ. matheseos professore in collegio romano. Romae, 1754.

49. Elementa mathesees universae, auctore P. R. J. Boscovich publ. matheseos professore tom I—II. Romae, 1754. Accedit tom III. Continens sectionum conicarum elementa nova quadam methodo concinnata, et dissertationem de transformatione locorum geometricorum, udi de continuitatis lege ac de quibusdam infiniti mysteriis. Romae, 1754 (recusa Venetiis, 1758).

50. P. Caroli Benvenuti S. J. Synopsis physicae generalis. Romae, 1754 item de lumine. Romae, 1754. Plura per R. J. Boscovich concinnata.

1755. 51. De lege virium in natura existentium. Dissertatio habita a P. P. S. J. in collegio romano. Romae, 1755.
52. De lentibus et telescopis dioptricis. Dissertatio habita in collegio romano. Romae, 1755.

53. De litteraria expeditione per pontificiam ditionem ad dimentiendos meridiani gradus et corrigendam mappam georgaphicam, iussu et auspiciis Benedicti XIV. P. M. susceptа a pp. S. J. Christophoro Maire et R. J. Boscovich. Romae, 1755 (Bonnoniae, 1757. Viennae, 1776).

54. Philosophiae recentioris a Benedicto Stay, in romano archigymnasio publ. eloguentiae professore, versibus traditae libri X, ad Sylvium Valentinum cardinalem... cum adnotationibus et supplementis p. R. J. Boscovich. S. J. in collegio romano publ. matheseos professore. Romae, 1755, tom I. 1760, tom II.

1756. 55. De inaequalitatibus, quas Saturnus et Jupiter sibi mutuo videntur inducere, praesertim circa tempus coniunctionis. Opusculum ad parisiensem academiam transmissum et nunc primum editum, auctore P. P. J. Boscovich S. J. Romae 1756.

1757. 56. De materiae divisibilitate et principiis corporum. Dissertatio conscripta iam a. 1748 et nunc primum edita auctore p. R. J. Boscovich S. J. Memorie sopra la fisica e istoria naturale, t. IV. Lucca, 1757.

57. Theoria micrometri obiectivi a r. p. R. J. Boscovich e S. J. in collegio romano matheseos professore concinnata (in opere: De la Caille: Lectiones elementares Opticae, ex editione parisiana a. 1756 in latinum traductae a. C. S(cherffer) e S. J. Viennae, 1757).

58. Pro Benedicto XIV P. M. Soteria. Romae, 1757.

1758. 59. Philosophiae naturalis theoria redacta ad unicam legem virium in natura existentium, auctore p. R. J. Boscovich S. J. publ. matheseos professore in collegio romano. Vienna Austriae, 1758, 1759, 1764. Venetiis, 1763. Parisiis, 1765.

60. In nuptiis J. Cararii et Andriannae Pisaurae carmen p. R. J. Boscovich. Romae, 1758.

61. Dei danni e rime dii della fabrica della Bibliotheca cesarea a Vienna. Viennae, 1759.

1760. 62. De solis ac lunae defectibus libri V. p. R. J. Boscovich, societatis Jesu. Londini, 1760. Graecii, 1765.

1765. 63. Della solidità della nuova guglia del duomo di Milano. 1765.

1767. 64. Dissertationes quinque ad dioptricam pertinentes. Viennae, 1767.

65. Per la felice guarigione di S. M. Imperatrice e Regina, sonetto del c. Medini colla versione latina del R. G. Boscovich. Milano, 1767.

1771. 66. Dotrina teoretica e prattica dei telescopi diotrici. Milano, 1771.

1772. 67. Della lege di continuità nella scala musicale. Milano, 1772.

1775. 68. Lettera sopra l'obelisco d'Augusto, in risposta al Sign. Ernesto Freeman, Roma, 1775.

1779. 69. Les éclipses. Poème en six chants, dédié à S.Majesté par M. l'Abbé Boscovich, traduit en français par M. l'Abbé de Baruel. Paris, 1779.

1784. 70. Giornale di un viaggio da Constantinopoli in Polonia dell' Abate R. G. Boscovich, con una sua rilazione delle rovine di Troja, et in fine il prospetto delle opere nuove matematiche del medesimo Autore, contenute in cinque tomi, che attualmente lui presente si stampano. Bassano, 1784. Des Abt J. Boscovich Reise von Constantinopol durch Romanien, Bulgarien und die Moldau nach Lemberg in Pohlen. Leipzig, 1789.

1785. 71. Rogerii Josephi Boscovich opera pertinentia ad opticam et astronomiam, maxima ex parte nova et omnia hucusque inedita, in quinque tomos distributa, Ludovico XVI Galliarum regi potentissimo dicata. Bassani, 1785, t. I, p. 1—430; t. II, p. 1—549; t. III, p. 1—529; t. IV, 1—520; t. V, p. 1—489.

Кроме того, по гидродинамике более мелкие работы:

Scritture due sopra una lited'aque spetante a S. Agnese in Roma (Roma, 1757), Scrittura sui danni del Tevere a porto Felice. Sul progetto di voltare la navigazione di Roma da Fiumicino a Maccarese. Metodo di nuovi ripari, que impediscono le corrosioni de' fiumi e ne divertono il filone. Sui torrenti Caina e Nistore nel Perugino. Sui lavori del Panaro. Sul Tidone del Piacentino. Sullo sbocco dell' Adige in mare. Sui lavori del Pò, lettere quatro (Piacenza). Ozzeri el Serchio di Lucca e sulle cataratte in bocca d'Ozzeri. Sopra i lavori cominciati ad eseguire in Ancona sotto la ripa di Capo di Monte. Sopra il porto di Rimini. Sopra il porto di Magnavacca. Sopra il porto di Savona. Sopra l'asciugamento delle paludi Pontine (1764).

ЛИТЕРАТУРА О Р. И. БОШКОВИЧЕ

Sulek C. B. Memoria R. J. Bošković. Zagr. 1867. Rad Jugoslavenske akademie znanosti i umjetnosti, knige LXXXVII, LXXXVIII, XC, Zagr., 1887—88.

Kukuljević J. Glasoviti Hrvati prošlih vjekova. Zagr., 1887, str. 243—252.

Dr. Račkoj. Fr. Život i djela R. J. Boškovića, Zagr., 1888.

Leibniz G. W. Hauptschriften zur Grundlegung der Philosophie, B. II, 1906.

Dr. Vlad. Varićak. Hrv. biogr. rečnik. Jugoslav. akad. v. Zagr., 1916.

Nedeljković D. La philosophie de la nature et de la relativité de R. J. Boscović, P., 1922.

A Theory of Natural Philosophy put forward and explained by Roger Joseph Boscovich, S. I. Latin — English Edition, Chicago — London, 1922.

Čermelj Lavo, Boškovićev nauk o materji, prostoru in času v luči relativistnostne teorije. Ljubljana, 1923.

Gill H. V. Roger Boscovich, Forerunner of Modern Physical Theories. Dublin, 1941.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

А. А. МИХАЙЛОВ

ИДЕИ КАНТА О ПРИРОДЕ ПРИЛИВНОГО ТРЕНИЯ

С именем Канта прежде всего ассоциируется его философская система, которая, несмотря на дуализм и агностицизм, все же внесла свой вклад в развитие научной философии; во-вторых, с его именем связана космогоническая гипотеза (несколько позже великий ученый, математик Лаплас, независимо от Канта и не зная его работы, более строго развил аналогичную концепцию).

Однако работы Канта не ограничиваются этими двумя направлениями. Помимо них, Канту принадлежит еще ряд работ по различным научным вопросам, причем в некоторых из них он по крайней мере на 100 лет опередил науку своего времени. К их числу принадлежит работа о приливном трении.

Годом раньше, чем вышла известная «Всеобщая естественная история и теория неба», т. е. в 1754 г., была напечатана небольшая, малоизвестная теперь статья Канта, написанная им в связи с темой, объявленной на премию Берлинской Академией. Ее заглавие: «Исследование вопроса: претерпела ли Земля в своем вращении вокруг оси, которым вызывается смена дня и ночи, некоторое изменение с первых времен своего происхождения, какова причина этого и чем в этом можно удостовериться».

Статья содержит всего несколько страниц, но в ней с удивительной ясностью изложены глубокие соображения о приливном трении и о космогоническом значении этого явления. Конечно, если бы Канту не предшествовал Ньютон и если бы Кант не был бы достаточно хорошо знаком с теорией всемирного тяготения, эта его статья не могла бы появиться.

Приведем несколько мест из этой статьи, поскольку в ней мысли настолько хорошо и четко сформулированы, что лучше предоставить слово самому Канту.

«Земля непрерывно вращается вокруг своей оси свободным движением, которое, однажды сообщенное ей при ее образовании, продолжалось бы неизменным и с постоянной скоростью в одинаковом направлении во все бесконечные времена, если бы не существовало никаких препятствий или внешних причин, которые бы его замедлили или ускорили»[1].

Здесь речь идет о движении по инерции и, согласно механике Ньютона, при отсутствии причины, которая изменила бы вращение Земли, оно должно было сохраняться неизменным.

Дальше Кант пишет:

«Я берусь показать, что действительно существует внешняя причина и притом такая, которая постепенно замедляет вращение Земли и даже стремится размах ее совсем уничтожить в неизмеримо долгий период.

[1] I. Kant. Sämmtliche Werke, B. I, Leipzig, 1867, S. 182.

Если бы Земля была совершенно твердой массой без всякой жидкости, то притяжение как Солнца, так и Луны ничего бы не сделало чтобы изменить ее свободное осевое вращение; потому что притяжение, действуя как на восточные, так и на западные части земного шара с одинаковой силой, не вызывает стремления ни в одну, ни в другую сторону, следовательно, оно оставляет Землю в полной свободе беспрепятственно продолжать это вращение как бы без всякого внешнего влияния. Но в том случае, если масса планеты содержит в себе значительное количество жидкого элемента, то совместное притяжение Луны и Солнца, приводя в движение эту жидкую материю, сообщит Земле часть этого сотрясения. Земля находится именно в таких условиях» (там же).

Здесь говорится про морские приливы, которые обегают Землю в сторону, противоположную ее вращению в течение лунных суток, равных 24 часам 50 минутам.

Дальше читаем:

«Воды океана покрывают по крайней мере третью часть земной поверхности и притяжением упомянутых небесных тел находятся в непрестанном движении, и притом в сторону, прямо противоположную осевому вращению. Поэтому нужно взвесить, не может ли эта причина повлечь за собой некоторое изменение вращения. Притяжение Луны, которое имеет в этом действии наибольшее участие, держит воды океана в непрерывном вздутии, стремясь собрать и поднять их как раз под Луной, как на обращенной к ней, так и на отвернутой от нее стороне, и так как эти точки поднятия передвигаются с востока на запад, то они сообщают мировому океану во всем его объеме постоянное течение как раз в этом направлении. Опыт мореплавателей уже давно поставил вне сомнений это общее движение, которое проявляется яснее всего в морских проливах и бухтах, где воды, вынужденные бежать через узкий проток, увеличивают свою скорость. Поскольку это течение прямо противоположно вращению Земли, то мы имеет причину, о которой мы с несомненностью можем считать, что она непрерывно старается ослабить и уменьшить все это вращение» (стр. 183).

Мы знаем, что приливное действие Луны в 2,5 раза сильнее приливного действия Солнца, причем сила приливного притяжения обратно пропорциональна 3-й степени расстояния до приливообразующего тела.

В дальнейших рассуждениях Канта кроется ошибка, которая привела его к численно неправильным результатам. Кант принимал, что все воды океана находятся в движении, тогда как движение волны не сопряжено с полным перемещением всей массы воды, это в основном лишь перемещение формы; поэтому морской прилив — в основном поверхностное явление, не достигающее дна глубокого океана.

«Для того чтобы в какой-то мере оценить величину действия, которое противопоставляет осевому вращению Земли постоянное движение океана с востока на запад, подсчитаем напор, производимый мировым океаном на восточные берега суши Америки, считая продолженным их простирание до обоих полюсов более чем достаточным дополнением выдающейся оконечности Африки и восточных берегов Азии. Примем скорость упомянутого морского движения равной под экватором одному футу в секунду и убывающей к полюсам как движение параллельных кругов; наконец, пусть высота той поверхности, которую суша противопоставит напору воды, оцененная по вертикальной глубине, равна ста туазам (французским шестифутовым саженям); тогда мы найдем силу, с которой море своим движением давит на противоположную поверхность, равную весу водяного тела, которого основание равно всей воображаемой поверхности от одного полюса до другого, а высота составляет 1/224 фута. Это водяное тело, которое содержит 1 100 000 кубических туазов, превосходится земным шаром в 123 биллиона раз, и так как

вес этого водяного тела всегда давит против движения Земли, то легко найти, сколько должно протечь времени, пока это препятствие не исчерпает всего движения. Для этого потребовалось бы два миллиона лет, если принять скорость текущего моря неизменной до конца и плотность земного шара равной веществу вод. На этом основании, в умеренный период, в который упомянутое уменьшение еще невелико, например за время 2000 лет, замедление составит столько, что продолжительность года после этого будет содержать на 8 $^1/_2$ часов меньше прежнего, потому что осевое вращение настолько замедлится» (стр. 184).

«Отсюда, нельзя сомневаться в том, что постоянное движение мирового океана с востока на запад, представляя действительную и заметную силу, всегда немного влияет на уменьшение осевого вращения Земли, последствие чего неминуемо должно стать заметным за длинные периоды. Следовало бы привлечь свидетельство истории, чтобы поддержать эту гипотезу; но я должен признать, что я не могу найти следов столь вероятного происшествия и поэтому предоставляю другим заслугу по возможности возместить этот недостаток» (стр. 185).

Из этой цитаты видно, как Кант пытается оценить количественную сторону явления и подсчитать, в какой промежуток времени Земля изменит свое вращение; понятно, что без гидродинамики и принципа сохранения энергии, Кант не мог правильно решить этого вопроса и пришел к результатам, которые сильно отличаются от наших современных представлений.

Кант строит модель земного шара, окруженного мировым океаном, с меридиональным барьером в виде материков, преграждающих путь приливной волне. Волна ударяет в этот барьер и этим тормозит вращение Земли. Скорость распространения приливной волны Кант произвольно принимает равной одному футу в секунду на экваторе, что много меньше действительной скорости. Но он делает еще большую ошибку, приравнивая динамическую силу движения приливной волны весу воды, давящей на барьер.

Но если Кант потерпел неудачу в оценке количественной стороны приливного трения, то о качественной стороне этого явления он высказался с глубоким проникновением. Вот его слова:

«Правда, если мы сравним медленность этого движения со скоростью Земли, незначительность количества воды с громадностью земного шара, и легкость первой по сравнению с тяжестью последнего, то может показаться, что действие окажется ничтожным. Но, с другой стороны, если принять во внимание, что оно продолжается от начала времен и всегда будет продолжаться, что вращение Земли есть свободное движение, от которого взятое малейшее количество безвозвратно теряется, между тем как убавляющая причина действует непрестанно с постоянной силой, то в высшей степени неприличествует философу объявить малый эффект не имеющим значения, когда он, постоянным накоплением, в конечном итоге должен исчерпать даже самую большую величину» (стр. 183).

Вернемся к количественной оценке приливого трения. Принимая продолжительность года постоянной, а длину суток возрастающей, мы видим, что год с течением времени будет содержать все меньшее число суток. Кант находит, что через 2000 лет год будет короче на 8 $^1/_2$ часов, что соответствует удлинению суток на 4 секунды в 100 лет. Теперь из анализа солнечных затмений, наблюдавшихся в древнем Египте, Вавилоне и Греции, известно, что замедление вращения Земли составляет всего лишь 1/1000 секунды в длине суток за 100 лет, что в 4000 раз меньше найденного Кантом. Не удивительно, что Кант не мог обнаружить в истории человечества следов столь ничтожного изменения.

Любопытно, что в истории естествознания можно неоднократно найти сильно преувеличенную оценку действия эволюции, приводящую к слишком

коротким промежуткам времени, нужным для совершения эволюционных процессов. Так, Джордж Дарвин оценивал возраст Луны в 57 млн. лет, что совершенно не согласуется с продолжительностью геологических периодов, требующих значительно большего времени для эволюции системы Земля — Луна.

С явлением приливов связано открытое на основании наблюдений вековое ускорение движения Луны, которое составляет около 12 секунд в столетие.

Это ускорение было известно еще во времена Канта, но оно не было объяснено до тех пор, пока Лаплас не доказал, что вековое уменьшение эксцентриситета земной орбиты влияет на скорость движения Луны и вызывает соответствующее ускорение. Лаплас нашел, что это ускорение составляет 12 секунд в столетие в полном согласии с наблюдениями. Однако через 50 лет Адамс в Англии обнаружил ошибку в расчетах Лапласа, устранив которую, он получил теоретическую величину в 6 секунд, т. е. в два раза меньше наблюденной. Как теперь выяснилось, недостающие 6 секунд падают на долю приливного трения.

Таким образом, неувязка в вековом ускорении Луны есть результат замедления вращения Земли и объясняется приливным трением.

Интересно отметить, что через 94 года после Канта, очевидно не зная о его работе, Роберт Майер, один из основоположников принципа сохранения энергии, вновь теоретически рассмотрел влияние приливов на вращение Земли, получив почти правильную величину: он нашел, что в 100 лет вращение Земли замедляется на 1/400 долю секунды в сутки.

Надо сказать, что Кант и в других вопросах далеко опередил свой век. В частности, в одной из работ, посвященных циркуляции воздуха в земной атмосфере, он говорит о законе отклонения ветра в правую сторону при движении в меридианном направлении в северном полушарии (этот закон мы называем законом Бера) и связывает это явление с муссонами, давая ему правильное объяснение.

Вспомним Фарадея, который разработал основу сегодняшней электротехники. Он исследовал свойства электричества, почти не пользуясь формулами, и заложил фундамент электромагнитной теории света, которая уже другим ученым — Максвеллом была переведена на математический язык.

Мы видим, что Канту, как и каждому человеку, было свойственно ошибаться, но в мыслях, которые он высказал в области строения Вселенной и ее эволюции, много верного. И если космогоническая гипотеза Канта касалась первого времени возникновения солнечной системы и в частности Земли, то статья, о которой мы здесь говорили, дала возможность продолжить исследование эволюции системы Земля — Луна после ее образования и поставить вопрос о будущем Земли.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

М. Ф. СУББОТИН

РАБОТЫ АНРИ ПУАНКАРЕ В ОБЛАСТИ НЕБЕСНОЙ МЕХАНИКИ

В истории астрономии имя Анри Пуанкаре будет всегда занимать такое же выдающееся место, как и в истории математики. Его работы по вопросам теоретической астрономии настолько обширны и богаты научными результатами и плодотворными идеями, что их хватило бы, чтобы обессмертить имена многих ученых.

В истории развития основных идей теоретической астрономии доминируют имена Ньютона, Эйлера и Пуанкаре.

Ньютон превратил теоретическую астрономию из описательной науки в точную, глубоко проникающую в законы природы, а не только более или менее приблизительно описывающую видимые явления.

Новую эпоху в развитии астрономии открыл Эйлер, широко использовавший ресурсы только что созданного математического анализа. Внесенные Эйлером идеи определили развитие теоретической астрономии более чем на столетие и всегда будут являться ее фундаментом. Так, созданный им метод вариации произвольных постоянных получил у Лагранжа, Лапласа и Леверрье такое развитие, что удовлетворил потребности астрономов на несколько десятилетий. Казалось даже, что он мог привести к полному решению загадки планетных движений.

Не меньшее значение имел созданный Эйлером метод изучения движения Луны. Его дальнейшее развитие в работах Хилла и Брауна привело к полному решению задачи о нахождении чисто гравитационного движения Луны.

Это решение было дано в «Таблицах движения Луны», опубликованных Брауном в 1919 г. Необходимо отметить, что Брауну пришлось для полного согласования полученного им чисто гравитационного движения Луны с ее наблюдаемым движением дополнить свои «Таблицы» двумя очень малыми эмпирическими членами. Один из них, как это окончательно установил Джеффриз, является следствием векового замедления вращения Земли, вызываемого приливным трением. Происхождение другого эмпирического члена было выяснено работами де Ситтера и Спенсера Джонса. Оказалось, что и этот член возникает не потому, что закон Ньютона не может до конца объяснить движение Луны или что дифференциальные уравнения движения Луны решены Брауном недостаточно точно, а из-за колебаний в скорости вращения Земли около своей оси. Вследствие этой причины астрономическое время, применяемое в наблюдениях, оказывается неравномерным, отличным от того равномерного, которое фигурирует в дифференциальных уравнениях динамики.

Прямое доказательство того, что теория движения Луны, данная Брауном и завершившая развитие идей Эйлера, дает решение этого частного случая задачи трех тел со всею нужною точностью, было получено в 1940 г. при помощи электронных вычислительных машин.

Этот, совсем недавний триумф астрономии явился еще одним свидетельством чрезвычайной плодотворности идей Эйлера. Впрочем, огромное значение аналитических методов, ведущих начало от Эйлера, и перспективы, которые они давали, были ясны с самого начала. Восхищение эффективностью этих методов, не меньше чем изумление перед точностью закона Ньютона, побудило Лапласа назвать теоретическую астрономию «небесной механикой». У нас этот термин, всегда употреблявшийся Пуанкаре, также получил широкое распространение как синоним названия «теоретическая астрономия».

Работы Пуанкаре, подобно работам Эйлера, начинают новую эпоху в развитии математических методов теоретической астрономии. Они, подобно работам Эйлера, по-новому осветили основные задачи небесной механики и дали новые орудия для их решения. Если Эйлер показал как использовать для решения проблем небесной механики все методы математики XVIII в., то про Пуанкаре можно сказать, что он впервые действительно творчески использовал для решения этих проблем средства, созданные математикой XIX в. и существенно преумноженные им самим. Остановимся здесь на некоторых подробностях.

Идея использовать математические методы, разработанные в XIX в., конечно, не была новой. Хансен, Гюльден и их последователи много работали, например, над применением теории эллиптических функций к решению астрономических задач. Но подобные попытки, несмотря на некоторые частичные успехи, были по существу попытками влить новое вино в старые мехи. Нужен был весь гений Пуанкаре, чтобы эти попытки вышли за пределы эпигонства, чтобы открыть действительно новые пути.

В 1951 г. Ж. Шази (Jean Chazy), занимавший с 1925 г. кафедру математической астрономии, которую так прославил Пуанкаре, опубликовал статью: «Анри Пуанкаре и небесная механика». В этой статье указывается на два обстоятельства, побудившие Пуанкаре заниматься небесной механикой. Первым таким обстоятельством было объявление в 1885 г. премии, учрежденной шведским королем Оскаром II по случаю своего шестидесятилетия. На соискание этой премии специальная комиссия под председательством Вейерштрасса предложила четыре темы. Первой из них была такая: «Дана система материальных точек, притягивающих друг друга по закону Ньютона. Предполагая, что столкновения между этими точками не могут иметь места, выразить их координаты бесконечными рядами, равномерно сходящимися для всех вещественных значений времени».

Пуанкаре выбрал именно эту тему, хотя две другие относились непосредственно к вопросам, прямо взятым из его только что опубликованной работы «К теории линейных дифференциальных уравнений и фуксовых функций».

За представленную Пуанкаре работу «О задаче трех тел и об уравнениях динамики» ему в 1889 г. была торжественно присуждена премия.

Второе обстоятельство, на которое указывает Шази, таково. Когда в 1896 г. неожиданно скончался Феликс Тиссеран, занимавший кафедру математической астрономии в Сорбонне, то декан факультета Гастон Дарбу предложил Пуанкаре возглавить эту кафедру, на что Пуанкаре согласился «не заставив себя просить», как пишет Дарбу.

Таковы два эпизода из жизни Пуанкаре, в которых Шази хочет видеть главный источник его обширных работ в области небесной механики. Думается, однако, что значение этих, чисто внешних эпизодов не следует преувеличивать. Еще раньше, чем была объявлена на соискание премии указанная тема, Пуанкаре уже создал основы качественной теории дифференциальных уравнений и напечатал свой знаменитый мемуар о свойствах функций, определяемых дифференциальными уравнениями. После создания этих общих

теорий было естественно (и вполне соответствовало склонности ума Пуанкаре) обратиться к их применению. И действительно, еще за год до объявления в 1885 г. темы на премию, Пуанкаре печатает замечательный мемуар, относящийся, по существу, к небесной механике, содержащий, хотя и в виде эскизов, многие из его важнейших достижений, вошедших потом в премированную работу.

С другой стороны, если в 1896 г. Пуанкаре предложили кафедру математической астрономии, а он охотно перешел на нее, оставив кафедру математической физики, которую с таким блеском занимал в течение девяти лет, то не следует забывать, что уже в 1892—1893 гг. были опубликованы два первых тома одного из его капитальнейших сочинений: «Новые методы небесной механики».

Все это показывает, что обращение Пуанкаре к проблемам небесной механики проистекало не столько из внешних и случайных обстоятельств, сколько из внутренней логики вещей. Внимание, которое Пуанкаре уделял небесной механике, являлось естественным следствием всего направления его научной деятельности.

* * *

Астрономические работы Пуанкаре состоят из 83 мемуаров и статей, опубликованных в различных журналах, и двух трехтомных сочинений: «Новые методы небесной механики» (1892—1899) и «Курс небесной механики» (1905—1910).

Интересно отметить, что содержание многочисленных специальных курсов, которые читал Пуанкаре в течение 16 лет своей работы на кафедре математической астрономии, не полностью вошло в опубликованный им самим «Курс небесной механики». Так, в 1911 г., по запискам одного из его слушателей — А. Верн (Henri Vergne), были изданы широко известные «Лекции о космогонических гипотезах». Эта книга как бы завершила целый период развития космогонии — тот период, когда космогонические гипотезы пытались строить при помощи почти одних только законов механики. «Лекции о космогонических гипотезах» весьма характерны для творчества Пуанкаре и занимают выдающееся место в истории науки.

Другой специальный курс «Границы закона Ньютона», прочитанный Пуанкаре в 1906—1907 гг., был опубликован только в 1953 г. по запискам, оставшимся после смерти А. Верн. Этот курс весьма интересен в том отношении, что он позволяет глубже загляпуть в процесс творчества Пуанкаре. Если почти во всех работах, опубликованных им самим, Пуанкаре занимается только математической стороной проблемы, то здесь мы видим его и как естествоиспытателя, тщательно сопоставляющего теорию с результатами наблюдений и весьма тонко анализирующего следствия такого сопоставления.

В одной статье, конечно, невозможно даже вкратце рассмотреть все те 83 мемуара и статьи, которые Пуанкаре посвятил астрономическим вопросам. Мы можем остановиться лишь на некоторых идеях из числа важнейших, развитых в его работах.

Рассмотрение новых идей, внесенных Пуанкаре в небесную механику, следует начать с его работ по применению периодических решений к задаче трех тел — работ, сразу создавших ему мировую известность.

Если в задаче трех тел изучать относительные движения (например, движения двух тел по отношению к системе координат, начало которой находится в третьем теле), то для их определения мы будем иметь систему дифференциальных уравнений двенадцатого порядка. Решить эту систему при заданных начальных условиях, это значит найти такую удовлетворяющую ей кривую в двенадцатимерном пространстве, которая проходит через заданную

точку, причем каждому моменту времени должна отвечать определенная точка этой кривой.

С такой задачей впервые встретился Ньютон, изучая движение Луны с учетом сил тяготения между ней, Землей и Солнцем. И с этого времени разработка методов решения дифференциальных уравнений становится первоочередной потребностью небесной механики.

Ньютону приписывается утверждение о том, что он обладал общим методом для решения дифференциальных уравнений. Повидимому, он разумел под этим возможность разложения неизвестных в ряд Тейлора по степеням приращения времени.

В применении к задаче трех тел метод Ньютона заключается, следовательно, в том, что от исходной заданной точки двенадцатимерного пространства мы переходим, при помощи дифференциальных уравнений, к соседней точке искомой кривой; от этой точки таким же образом переходим к следующей и т. д. Интегральная кривая строится из последовательных, достаточно малых элементов.

Такой метод получения интегральных кривых требует огромной вычислительной работы. Поэтому и во времена Ньютона и много времени спустя он не имел почти никакого практического значения. Но появление вычислительных машин все изменило. Уже распространение ручных вычислительных машин в начале XX в. сделало численное интегрирование дифференциальных уравнений весьма мощным орудием исследования, а появление электронных машин открыло здесь совершенно неожиданные перспективы. Между тем все методы численного интегрирования — это только непосредственное развитие метода Ньютона, его совершенно естественная модификация.

Чтобы показать, насколько сейчас изменилось положение, достаточно напомнить о недавнем триумфе небесной механики. В 1950 г. при помощи электронной вычислительной машины была проинтегрирована система дифференциальных уравнений 30-го порядка, определяющая относительное движение шести тел: Солнца, Юпитера, Сатурна, Урана, Нептуна и Плутона. Интегрирование, выполненное с 14 знаками, дало координаты пяти больших планет с 1650 г. по 2060 г. с точностью, далеко превосходящей точность наблюдений. Таким образом было впервые показано, что закон Ньютона полностью представляет наблюдения указанных выше планет.

Таков был первый общий метод решения задач небесной механики. Только через 200 лет после того, как он был указан Ньютоном, появилась возможность его практического применения.

Второй общий метод решения задач был предложен Эйлером: это метод вариации произвольных постоянных, основанный на введении, вместо координат, других целесообразно выбранных неизвестных. Для этих неизвестных, в случае задачи трех тел, получаются тригонометрические ряды, сходящиеся для несравненно более значительных интервалов времени, нежели те степенные ряды, которые фигурируют в методе Ньютона.

Ряды, к которым приводит метод вариации произвольных постоянных, имеют здесь вид:

$$\sum A_{i,i'} \cos [i (nt + \varepsilon) + i' (n't + \varepsilon') + D_{i,i'}],$$

где через t обозначено время; суммирование ведется по индексам i и i', а все остальные величины выражаются через постоянные интегрирования.

При помощи таких рядов движение в задаче трех тел удается представить уже не на несколько суток или даже часов, как при помощи степенных рядов, а на целые столетия с весьма удовлетворительной точностью.

Пуанкаре указал третий общий путь для изучения дифференциальных уравнений небесной механики. Среди бесчисленного множества разнообразнейших интегральных кривых, образующих общее решение этих уравнений,

он ищет замкнутые кривые, соответствующие так называемым периодическим решениям. Он разработал, далее, методы для изучения других решений, близких к таким периодическим решениям. Периодические решения замечательны тем, что для них движение известно для всех значений времени от $-\infty$ до $+\infty$. Таким образом, если этих решений достаточно много и они достаточно густо заполняют царство интегральных кривых, то, опираясь на периодические решения, мы можем проникнуть в тайны этого царства. Значение периодических решений сам Пуанкаре характеризует следующим образом: «Что делает для нас эти решения столь ценными, это то, что они являются, так сказать, единственной брешью, через которую мы можем проникнуть в область, считавшуюся до сих пор совершенно недоступной».

Пуанкаре не только дал идею применения периодических решений, но и развил методы для практического использования этой идеи. Занявшись прежде всего, исследованием устойчивости этих решений, он ввел в рассмотрение уравнения в вариациях и характеристические параметры, определяющие устойчивость. Эти имеющие фундаментальную важность методы исследования устойчивости получили дальнейшее развитие в работах А. М. Ляпунова. Сделанное Пуанкаре открытие асимптотических и двояко-асимптотических решений создало новые возможности в деле изучения движения космических тел. Интегральные кривые, соответствующие асимптотическому решению, проходя сначала далеко от интегральной кривой, представляющей периодическое решение, стремятся к этой последней как к пределу при $t \to +\infty$, или при $t \to -\infty$ или, наконец, при $t \to \pm\infty$, если речь идет о двоякопериодическом решении.

Использование периодических решений для изучения движения конкретных небесных тел было начато еще самим Пуанкаре применительно к малым планетам типа Гекубы. Несмотря на то, что эти работы получили затем широкое развитие, и сейчас еще вопросы использования периодических орбит для изучения движения планет, комет и спутников продолжают оставаться весьма актуальной и многообещающей областью теоретической астрономии.

Может быть, еще более важное значение, нежели исследования движений отдельных космических тел за ограниченные промежутки времени, имеет применение периодических орбит для изучения эволюции солнечной системы. Только созданные Пуанкаре методы позволяют начать изучение эволюции орбит на протяжении столь больших интервалов времени, что прежние методы становятся уже совершенно неприменимыми. Но эта область требует еще очень большого развития для решения возникающих здесь проблем.

Пуанкаре хорошо понимал фундаментальную важность созданного им нового метода и всю жизнь работал над усовершенствованием и развитием теории периодических орбит. Впервые периодические решения рассматриваются в его работах, напечатанных в 1883 г., т. е. в самом начале его научной деятельности — через четыре года после получения степени доктора. Им посвящен и его последний мемуар, написанный уже во время тяжелой болезни, которая преждевременно свела его в могилу в 1912 г.

Этот последний, не вполне законченный мемуар содержит открытие первостепенной важности. Во всех своих предыдущих работах Пуанкаре пользовался для нахождения периодических решений в сущности только одним методом — так называемым методом малого параметра. Этот метод позволяет находить лишь периодические решения, смежные с некоторым очень простым решением, которое получается при обращении параметра в нуль. При всей важности этого метода, блестяще доказанной последующим развитием науки, он имеет один существенный недостаток: он не дает возможности судить об относительном количестве периодических решений. Пуанкаре понимал, что использование периодических движений как общего метода изучения всякого движения может иметь место только в том случае, если для

каждого движения существует достаточно близкое к нему периодическое движение. Доказать это — такова была великая задача, которую он себе поставил и над которой трудился, повидимому, много лет.

В уже упомянутом последнем мемуаре он спешит сообщить результаты, которые успел получить. Пуанкаре показывает, что действительно периодические движения плотно заполняют всю область движений рассматривавшейся им динамической системы, если только справедлива некоторая геометрическая теорема. Эта теорема, получившая название последней теоремы Пуанкаре, заключается в следующем. Рассмотрим преобразование, при котором каждой точке области, заключенной между двумя концентрическими окружностями, соответствует точка, лежащая в этом же кольце. Если точки каждой из ограничивающих кольцо окружностей переходят в точки этой же окружности, причем перемещение точек для внутренней и внешней границы происходит в противоположных направлениях, если, далее, при этом преобразовании сохраняются площади (обобщенные), то можно утверждать, что внутри кольца существуют две инвариантные точки, т. е. такие точки, которые при этом преобразовании не меняют своего положения.

Пуанкаре не смог доказать эту теорему, но высказал твердую уверенность в ее справедливости. Его интуиция не обманула его и на этот раз — через несколько месяцев после появления мемуара Пуанкаре теорема была доказана молодым американским математиком Джорджем Биргхофом, который сразу приобрел этим известность. Доказательство, вопреки ожиданиям Пуанкаре, оказалось достаточно простым.

Этим было завершено одно из важнейших творений Пуанкаре. Было окончательно доказано, что периодические движения динамической системы действительно могут служить основой для изучения всех ее движений.

* * *

Вопрос об устойчивости движения в задаче трех или нескольких тел всегда являлся одним из наиболее интересных вопросов небесной механики. Пуанкаре посвятил ему целый ряд работ, содержащих много весьма важных результатов. Здесь, как и во многих других областях науки, мы обязаны Пуанкаре прежде всего тем, что он внес полную ясность в самую постановку вопроса. Самое понятие устойчивости, долгое время остававшееся довольно туманным, нужно было отчетливо определить. Но еще важнее было выбрать такое определение, которое было бы действительно плодотворно.

Ньютон полагал, что наличие взаимных возмущений планет делает солнечную систему неустойчивой. Он считал, что солнечная система не может вечно сохранять свой настоящий вид. В ряде работ, опубликованных с 1773 по 1784 г., Лагранж и Лаплас показали: 1) что возмущения больших полуосей планетных орбит, вычисленные с точностью первого порядка относительно возмущающих масс, не имеют вековых членов, а выражаются суммами чисто периодических членов; 2) что возмущения эксцентриситетов и взаимных наклонов планетных орбит выражаются аналогичным образом (с точностью до вторых степеней этих величин). Поскольку вековые возмущения трех других элементов орбит (долготы узла, долготы перигеля и средней долготы эпохи) не влияют существенным образом на конфигурацию солнечной системы, эти результаты были восприняты как гарантия устойчивости солнечной системы.

Такого рода устойчивость характеризуется тем, что все величины, существенно определяющие конфигурацию системы, выражаются агрегатами периодических членов и потому заключены в конечных границах. Пуанкаре предложил называть ее устойчивостью по Лагранжу.

Вопрос об устойчивости солнечной системы снова привлек к себе внимание в 1809 г., когда Пуассону удалось найти возмущения больших полуосей планетных орбит с точностью до членов второго порядка относительно возмущающих масс. Оказалось, что среди этих членов имеются так называемые смешанные члены, т. е. члены вида

$$At\cos(\alpha t+\beta).$$

Возмущения, соответствующие таким членам, имеют колебательный характер, но амплитуда колебаний неограниченно увеличивается.

Если параметры, существенно определяющие конфигурацию системы, не имеют вековых членов, но имеют члены только что указанного вида, то можно было бы сказать аналогично предыдущему, что имеет место устойчивость по Пуассону. Расширяя и уточняя это понятие, Пуанкаре дал такое определение: движение системы называется устойчивым по Пуассону, если система бесчисленное множество раз принимает конфигурацию, сколь угодно близкую к любой начальной конфигурации.

В 1878 г. Аретю (Spiru C. Haretu) показал, что среди членов третьего порядка относительно возмущающих масс в возмущениях больших полуосей имеются и чисто вековые члены.

Вытекает ли, однако, отсюда, что движение планет неустойчиво? Этот весьма важный вопрос был глубоко изучен Пуанкаре. Он показал, что бесконечные ряды, которыми мы представляем возмущения, позволяют находить искомые величины всегда лишь для некоторого ограниченного интервала времени. Таким образом, присутствие вековых (или смешанных) членов в этих рядах не может служить доказательством неустойчивости, точно так же как и отсутствие таких членов не могло бы служить доказательством устойчивости. Употребляемые в настоящее время в небесной механике методы таковы, что не позволяют судить, исходя из современного вида солнечной системы, о ее виде ни в очень отдаленном будущем, ни в очень отдаленном прошлом. Все получаемые нами для координат планет выражения пригодны лишь внутри некоторого ограниченного интервала времени. Употребление их вне этого интервала (величина которого нам обычно не известна) является незаконным.

Пуанкаре обстоятельно изучил, с точки зрения устойчивости по Пуассону, задачу трех тел. Он создал для этого новое, весьма мощное орудие: теорию интегральных инвариантов. При помощи этой теории ему удалось показать, что в так называемой ограниченной задаче трех тел (т. е. когда масса одного из тел бесконечно мала по сравнению с массами двух других, движущихся по круговым орбитам) почти все движения обладают устойчивостью по Пуассону. Это значит, что мера множества движений, не обладающих такой устойчивостью, равна нулю — иначе говоря, вероятность встретить неустойчивую траекторию равна нулю. Пуанкаре распространил эти выводы, при некоторых ограничениях, и на общий случай задачи трех тел.

* * *

Для решения основной задачи небесной механики — изучения планетных движений — было создано много различных методов. В XIX в. были всесторонне разработаны и усовершенствованы методы, ведущие свое начало от Эйлера, Клеро, Лагранжа и Лапласа. Но, кроме этого, Хансеном, Делоне, Линдстедтом, Ньюкомом, Гюльденом, Болиным и другими были предложены новые методы. Некоторые из них предназначались для изучения движения двух планет, периоды обращения которых вокруг Солнца находились в простом отношении — такой случай мы имеем, например, для малой планеты

Гекубы и Юпитера, периоды обращений которых находятся в отношении 1 : 2, или Гильды и Юпитера, где это отношение равно 2 : 3. Такого рода соизмеримость периодов обращения делала прежние методы неприменимыми. Другие методы имели целью дать такие выражения для возмущенных координат планет, которые содержали бы только периодические члены. Исключением вековых и смешанных членов надеялись сделать эти выражения применимыми, если не для бесконечного интервала времени, то по крайней мере для более значительного, чем в прежних методах.

Очень большое и весьма важное место в творчестве Пуанкаре занимает глубокое изучение сущности большинства этих новых методов. Пуанкаре не только вскрывает математическую сущность каждого рассматриваемого им метода, не только дает ему безупречное обоснование, но и нередко широко обобщает этот метод, указывает новые возможности применения или развития его.

Не входя в подробности, остановимся лишь на одном общем результате этих исследований, явившемся полной неожиданностью. Выше уже отмечалось, что бесконечные ряды, которыми выражаются возмущенные координаты планет, годятся только в пределах ограниченного интервала времени. Это было установлено Пуанкаре в результате выяснения истинной природы тех бесконечных рядов, к которым приводят все методы небесной механики. Он показал, что эти ряды, будучи расположены по степеням возмущающих масс, оказываются рядами расходящимися, но особого рода, названными им асимптотическими. У таких рядов сумма некоторого количества первых членов дает представляемую величину со значительною точностью (тем большею, чем меньше величина параметров, по степеням которых выполнено разложение); но эта точность всегда ограничена, мы не можем, увеличивая число взятых членов, сделать ошибку сколь угодно малой.

Таким образом была вскрыта истинная сущность всех методов, созданных до настоящего времени в небесной механике: эти методы позволяют предвычислять положения небесных светил только с ограниченной, а не сколь угодно большой точностью; эта точность тем выше, чем меньше промежуток времени, но она убывает с увеличением промежутка времени и, рано или поздно, результаты становятся совершенно иллюзорными.

Итак, Пуанкаре показал, что все результаты, которыми так гордятся астрономы, базируются на употреблении расходящихся рядов. Этим он привел в немалое смущение тех, кто не вышел из круга элементарных математических представлений. Но одновременно Пуанкаре полностью оправдал применение методов, основанных на этих расходящихся рядах, объяснив, почему в определенных границах они дают верные результаты.

Выяснение свойств разнообразных бесконечных рядов, употребляемых в небесной механике, является весьма важной заслугой Пуанкаре. Многое здесь им только начато, и его работы в этой области, как и во многих других, долго будут служить источником новых исследований.

* * *

Сделав так много в области самых основных, поистине вековечных вопросов теоретической астрономии, Пуанкаре дал ряд чрезвычайно ценных работ и по другим ее разделам. Как в математике и физике, так и в астрономии он охотно откликался на актуальные вопросы, всегда внося в них много принципиально нового и оригинального.

Ограничимся несколькими примерами.

Созданием теории бесконечных определителей (1900 г.) Пуанкаре поставил на твердую почву теорию движения Луны, разработанную Хиллом и Брауном на основе идей Эйлера.

В 1891—1906 гг. Пуанкаре посвятил 9 мемуаров очень важной для небесной механики теории разложения пертурбационной функции в ряды различного вида. Стараясь проникнуть в сущность возникающих здесь вопросов, он пришел к построению теории двойных интегралов и комплексной области. Эта теория позволила ему указать новые, весьма остроумные пути для вычисления коэффициентов тех рядов, которые получаются при разложении пертурбационной функции. Далеко не все возникающие здесь трудные задачи ему удалось разрешить до конца, но он много сделал для их решения и указал пути дальнейшей работы в этой области.

Особняком стоит в творчестве Пуанкаре работа, посвященная вычислению орбит по трем наблюдениям, которую он опубликовал в 1906 г. Он показал, что, вопреки глубоко укоренившемуся мнению, метод, предложенный в 1780 г. Лапласом, нисколько не хуже метода, данного для решения этой задачи Гауссом в 1807 г. Попутно в метод Лапласа им были внесены некоторые немаловажные улучшения. Этот мемуар, написанный с присущим Пуанкаре блеском, снова привлек внимание к методу Лапласа и вызвал многочисленные работы.

Очень важное значение имеют работы Пуанкаре, посвященные вопросам, связанным с фигурой Земли. Развитая еще Клеро теория фигур равновесия неоднородной, медленно вращающейся жидкости, позволила установить зависимость между сжатием поверхности, ограничивающей такую жидкость, и постоянной прецессии. Если взять значение постоянной прецессии, выводимое из наблюдений, то эта зависимость дает для сжатия Земли величину, близкую к 1/298. Между тем в геодезии в то время было общепринято значение сжатия 1/293,5, выведенное Кларком из градусных измерений. Чтобы выяснить причину такой неувязки, Пуанкаре в 1901 г. существенно дополнил теорию Клеро, приняв во внимание величины второго порядка относительно сжатия. Результат, к которому он пришел, был таков: сжатие, совместимое с постоянной прецессии, не может заметно отличаться от 1/298,5. Дальнейшее развитие науки подтвердило этот вывод. В 1907 г. Гельмерт из геодезических измерений получил сжатие, равное 1/298,3. Эллипсоид Красовского, положенный теперь в основу всех геодезических работ в Советском Союзе, выведенный с исключительной тщательностью из градусных измерений всего мира, тоже имеет сжатие, равное 1/298,3.

Очень важное значение для развития геодезии имели два больших мемуара, напечатанные Пуанкаре в 1901 г., в которых он разработал метод получения фигуры геоида по результатам гравиметрических наблюдений.

Другой цикл работ Пуанкаре, также стоящий на границе между астрономическими и геофизическими вопросами,— это его работы по теории приливов. В этих работах, итог которых был подведен в третьем томе «Курса небесной механики», Пуанкаре дал новые математические основы теории приливов, представляющие по существу ту самую теорию интегральных уравнений, которую несколько позднее дал Фредхольм в качестве самостоятельной математической дисциплины.

Среди работ Пуанкаре весьма широкую известность получили его работы по фигурам равновесия однородной несжимаемой жидкости и по устойчивости этих фигур. Им был получен ряд результатов первостепенной важности, некоторые из которых давно уже вошли в учебники. Такова, например, найденная Пуанкаре верхняя граница угловой скорости вращения жидкости, находящейся в равновесии. Но в целом этот цикл работ должен быть отнесен не к астрономии, а к механике. Значение этих работ для астрономии несомненно сильно преувеличивалось, поэтому мы не будем их рассматривать.

Сказанного достаточно, чтобы видеть как обширны, разнообразны и важны были работы Пуанкаре в области теоретической астрономии. В этих работах, так же как и в его математических исследованиях, всегда будет изумлять огромная творческая мощь. Мы видим в них много примеров того, как от единичных, известных ранее фактов, он сразу поднимался до создания целых теорий. Например, еще Эйлером и Лагранжем были найдены пять случаев, когда при весьма специальных начальных условиях движение в задаче трех тел является периодическим. Вместо этого единичного факта Пуанкаре дал целую обширную теорию периодических орбит, о важности которой мы уже говорили. Хилл встретился в теории Луны с бесконечным определителем и рискнул применить к нему теоремы, доказанные для определителей конечных. Пуанкаре дал общую теорию бесконечных определителей и основанную на ней строгую трактовку определителя, с которым столкнулся Хилл. Глубокая творческая мысль, так сильно ощущаемая в работах Пуанкаре, богатство наполняющих их идей и блестящая по своей ясности и логичности форма изложения — все это делает изучение его работ незаменимой школой и важным источником дальнейшего прогресса науки.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Л. Л. ЗАЙЦЕВА

В. А. БОРОДОВСКИЙ И ЕГО РАБОТЫ ПО РАДИОАКТИВНОСТИ

В дореволюционной России было не много ученых, посвятивших себя науке о радиоактивности. Одним из таких ученых является Василий Андреевич Бородовский[1].

Он родился 20 февраля 1878 г. в селе Бережнянах Смоленской губернии в многодетной семье сельского священника. В девятилетнем возрасте он поступил в Смоленское духовное училище, а затем перешел в семинарию, которую окончил в 1898 г. Годы учебы в духовном училище и семинарии прошли в большой нужде и лишениях. В автобиографии Бородовский отмечал, что в духовном училище он по утрам «грыз казенный паек ноздреватой булки, запивая холодной водой» и считал «особым счастьем», когда у смотрителя училища, сыну которого он давал уроки, его иногда угощали сладким чаем. «До этого я никогда не пил сладкого чая»,— писал он[2].

Незадолго до окончания духовной семинарии Бородовский прочел «Основы химии» Д. И. Менделеева и под влиянием этой книги решил стать химиком. Осуществлению намеченного плана мешала нужда и настойчивое желание родственников, чтобы он стал священником, а также заманчивые предложения духовного начальства отправить его на казенный счет в Академию. Однако Бородовский не изменил своего решения и в 1898 г. поступил на химическое отделение физико-математического факультета Юрьевского университета.

Под руководством профессора Г. А. Таммана Бородовский прошел основательную школу физико-химических исследований. Еще на третьем курсе университета он написал сочинение «Скорость кристаллизации в зависимости от температуры», удостоенное золотой медали[3].

Сохранился отзыв профессора Д. П. Коновалова о студенческом сочинении Бородовского:

«В своей работе «Скорость кристаллизации в зависимости от температуры», удостоенной золотой медали сенатора фон Брадке и напечатанной в «Zeit. für Physikalische Chemie» г. Бородовский обнаруживает наблюдатель-

[1] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 155, ед. хр. 684, л. 13—14; ф. 733, оп. 151, ед. хр. 530, л. 17—17об.; Л. А. Чугаев. Памяти В. А. Бородовского. «Природа», 1914, № 6, стр. 763—766, ЖРФХО, т. 46, ч. 1, 1914, стр. 155—159; И. И. Якобсон. «Успехи физ. наук», т. XLVII, 1952, вып. 1, стр. 115—118; М. А. Блох. Биографический справочник (Выдающиеся химики XIX и XX столетий, работавшие в смежных с химией областях), 1929, стр. 76—77; Л. А. Чугаев. Василий Андреевич Бородовский. Отчет о состоянии и деятельности Петроградского университета за 1914 г., стр. 72—84.

[2] Л. А. Чугаев. ЖРФХО, т. 46, ч. I, 1914, стр. 57.

[3] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 151, ед. хр. 530, л. 14—14 об.

ность, тщательность работы и настойчивость в достижении результата. Эти качества дают, мне кажется, основание рассчитывать, что из г. Бородовского выработается серьезный ученый»[1].

Несмотря на материальные затруднения, Бородовский в 1902 г. успешно окончил физико-математический факультет со степенью кандидата химии и по представлению своего учителя, профессора Г. А. Таммана, был оставлен на два года при университете для подготовки к профессорскому званию[2].

С переводом Г. А. Таммана на кафедру общей химии в Геттинген Бородовский избрал местом своих научных занятий Геттингенский университет с тем, чтобы изучать электрохимию, металлографию, химию редкоземельных элементов и силикатов[3].

Возвратившись в Юрьев, он осенью 1906 г. сдал экзамен на магистра химии, а весной 1907 г. защитил диссертацию: «Синтез сернистых соединений мышьяка; их кривые плавления и превращения», представленную Бородовским для получения звания приват-доцента[4].

Осенью 1907 г. Бородовский одним из первых в России начал чтение курса лекций по радиоактивным веществам. С января 1907 по март 1908 г. Бородовский занимал должность лаборанта при химическом кабинете Юрьевского университета.

В 1908 г. он получил заграничную командировку на два года. Бородовский решил посвятить себя изучению химии радиоактивных элементов и с этой целью поехал в Англию, где бóльшую часть времени работал в Кембридже у Дж. Дж. Томсона, а затем в Манчестере у Э. Резерфорда.

За границей Бородовский попрежнему нуждался[5]. Ему высылалось всего 900 рублей в год, да и то не всегда аккуратно, а на такую сумму в Англии можно было прожить только впроголодь[6].

Он вынужден был, кроме научной работы, заниматься работой простого писца, надписывая для купца «за комнату» (но без стола) адреса на письмах для русских клиентов.

Л. А. Чугаев в статье, посвященной памяти Бородовского, писал: «Едва ли часто даже у нас в России доводится встречать ученых, которые в своей жизни так много и так систематически голодали, как приходилось голодать покойному Бородовскому»[7]. И все-таки материальные невзгоды не помешали Бородовскому успешно работать в Англии.

В течение первого года заграничной командировки Бородовский в основном пополнял свои теоретические знания о радиоактивных веществах.

Получить место для занятий в лаборатории Лондонского университета ему не удалось, поэтому Бородовский поступил в другую лабораторию, которую вскоре вынужден был оставить из-за недостатка средств. И только в конце года он получил, наконец, возможность заниматься у профессора Дж. Дж. Томсона в Кембридже, где не платил ни за право работать, ни за материал[8].

Бородовский отправился в Англию, имея собственную тему, посвященную поглощению β-лучей радия различными телами; эта тема была одобрена Дж. Дж. Томсоном, а позднее и Э. Резерфордом.

[1] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 151, ед. хр. 530, л. 21—21об.

[2] Там же, лл. 15—15 об., 22—22 об.

[3] Там же, лл. 68—70.

[4] Послужной список В. А. Бородовского. Гос. ист. архив Ленингр. обл., ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, л. 19.

[5] Л. А. Чугаев. ЖРФХО, т. 46, ч. 1, 1914, стр. 157.

[6] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 154, ед. хр. 373, л. 1.

[7] Л. А. Чугаев. ЖРФХО, т. 46, ч. 1, 1914, стр. 157.

[8] Там же, л. 158—158 об.

Однако в лаборатории Томсона Бородовский мог лишь пользоваться приборами, а для опытов вместо препаратов радия был только торий и актиний. Поэтому, работая у Томсона, Бородовский основательно разработал теоретическую сторону вопроса, продумал метод исследования и подготовил прибор. Но из-за отсутствия радия он не сумел получить определенных экспериментальных результатов.

В течение 6—7 месяцев второго года заграничной командировки Бородовский работал в Манчестере у профессора Резерфорда, где прошел сначала курс радиоактивных измерений, а затем начал исследования в области поглощения β-лучей радия растворами и твердыми телами. Профессор Э. Резерфорд дал весьма положительный отзыв о работе Бородовского, указав на успешность и точность произведенных им исследований.

Подводя итоги заграничной командировки Бородовского, С. Ф. Глинка на заседании Ученого комитета Министерства народного просвещения от 12 апреля 1910 г. заявил: «...цель заграничной командировки приват-доцента Бородовского можно считать достигнутой, так как в лице его Юрьевский университет приобретает ученого, знакомого с теорией и практикой исследования радиоактивных явлений»[1]. По окончании срока командировки Бородовскому предложили остаться в Англии. Но он горячо любил родину и поэтому отказался от заманчивого предложения. «Я не приживусь на английской почве и как лист, занесенный бурей, завяну и погибну, и я решил вернуться в Россию»,— писал Бородовский[2]. Не имея средств для проезда на пассажирском пароходе, он вернулся из Англии в Россию на грузовом судне.

Вскоре после возвращения, в ноябре 1910 г., он заканчивает свою магистерскую диссертацию — «Поглощение β-лучей радия». В том же году, по постановлению Совета Юрьевского университета, диссертация была опубликована отдельной книгой[3]. Весной 1911 г., после публичной защиты этой диссертации, Московский университет присудил Бородовскому степень магистра химии[4].

В 1910 г. Бородовский был избран профессором на кафедру неорганической, органической и аналитической химии Юрьевских частных университетских курсов, где объем и программа преподавания были те же самые, что и на соответствующих факультетах Юрьевского университета[5].

Интересно отметить, что речь, прочитанная Бородовским 8 сентября 1910 г. на годовом акте Юрьевских частных университетских курсов, была посвящена энергии радия[6]. Одновременно с чтением лекций на курсах Бородовский продолжал читать лекции по радиоактивным веществам в качестве приват-доцента в Юрьевском университете.

В 1911 г. Бородовскому была присуждена премия имени Геймбюргера, на средства которой он совершил поездку в радиологические институты Европы. Бородовский посетил радиологические институты Вены, Парижа

[1] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 154, ед. хр. 555, л. 146—148.

[2] См. П. И. Я к о б с о н. «Успехи физ. наук», т. XLVII, 1952, вып. 1, стр. 116.

[3] В. А. Б о р о д о в с к и й. Поглощение β-лучей радия. Юрьев, 1910, стр. 5—203.

[4] До сих пор считалось, что защита состоялась в 1910 г. Однако на основании ряда архивных документов (см. ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, л. 21; ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 155, ед. хр. 684, л. 14; Архив МГУ, Дела Совета, ед. хр. 342, 1911 г.) удалось установить, что Бородовский защищал магистерскую диссертацию 29 марта 1911 г. на физико-математическом факультете Московского университета, а 22 апреля 1911 г. определением Университетского совета был утвержден в степени магистра химии.

[5] Отчет о деятельности Юрьевских частных университетских курсов за 1909/10 г. Юрьев, 1910, стр. 18.

[6] См. отчет о деятельности Юрьевских частных университетских курсов за 1910/11 г. Юрьев, 1911, стр. 3—13.

и Берлина; кроме того, в Стокгольме, в лаборатории Сванте Аррениуса он провел летом 1911 г. специальное исследование по поглощению лучей радиоактивных веществ[1].

Осенью 1912 г. управляющий Главной палатой мер и весов, профессор Н. Г. Егоров, пригласил молодого ученого в Петербург, где он вскоре был утвержден в должности старшего инспектора Главной палаты [2]. В лаборатории Главной палаты Бородовский занимался исследованием русских радиоактивных руд. Одновременно, став с 1 января 1913 г. приват-доцентом Санкт-Петербургского университета, он начал чтение лекций по специальному курсу: «Радиоактивные вещества»[3]. Программа курса лекций, по-видимому, не сохранилась; известно только, что 16 февраля 1913 г. Бородовский прочел вступительную лекцию на тему: «Теория распада атомов»[4].

Однако в тяжелых условиях дореволюционной России, лишенный необходимой материальной помощи и поддержки, Бородовский рано потерял здоровье и силы.

Некоторое улучшение условий в конце жизни не могло восстановить его здоровья, подорванного постоянной нуждой и лишениями, и 28 января 1914 г. Бородовский скончался от рака желудка в возрасте 36 лет.

Л. А. Чугаев в некрологе отметил, что смерть В. А. Бородовского является тяжелой утратой для русской науки. С болью и гневом он писал: «Государство и общество должны позаботиться о том, чтобы талантливые молодые ученые не вынуждены были бросать науку, а более смелые и настойчивые не погибали бы жертвой любви к ней, подобно покойному Бородовскому, но получали в трудные минуты необходимую и достаточную поддержку»[5].

Бородовский, научная деятельность которого оборвалась очень рано, оставил немного опубликованных работ.

Первоначальные исследования проводились Бородовским под руководством Г. А. Таммана и были посвящены изучению диаграмм плавкости двойных систем и вопросам скорости кристаллизации.

Но уже с 1907 г. Бородовский начал интересоваться радиоактивностью. Этой областью науки он занимался до конца жизни.

Всего он опубликовал 11 научных трудов по радиоактивности, кроме того, принял участие в переводе и редактировании почти всех статей сборников № 2 и 4 по радиоактивным веществам, выпущенных в 1913 г. и в 1914 г. в Санкт-Петербурге[6].

В 1913 г. под редакцией Бородовского издана переведенная с английского языка книга Содди «Химия радиоэлементов».

Исследования Бородовского охватывали весьма актуальные проблемы радиоактивности, а некоторые из них не потеряли своего значения и до настоящего времени.

Первый доклад по радиоактивности «Об энергии радия» Бородовский прочел 21 декабря 1907 г. на объединенном заседании 1 Менделеевского съезда[7]. Доклад этот свидетельствует не только о глубоком интересе Бородовского к новой отрасли знаний, но и о большой теоретической подготовке молодого ученого в области радиоактивности.

[1] ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, л. 23; ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 155, ед. хр. 684, л. 14.

[2] ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, л. 11.

[3] ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, ед. хр. 11364, л. 11; ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, л. 8; ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 155, ед. хр. 684, л. 190.

[4] ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, ед. хр. 10689, лл. 9, 25.

[5] Л. А. Ч у г а е в. Василий Андреевич Бородовский. Отчет о состоянии и деятельности Петроградского университета за 1914 г., стр. 83.

[6] «Новые идеи в химии». СПб., 1913, 1914, № 2 и 4.

[7] В. А. Б о р о д о в с к и й. Об энергии радия. ЖРФХО, т. 40, ч. I, 1908, стр. 460—465.

Хорошо понимая роль периодического закона в развитии науки о радиоактивности, Бородовский указывал в ряде статей[1], что открытие радиоактивности и радиоактивных элементов не противоречит периодическому закону и периодической системе Менделеева, а лишь подтверждает их правильность. Так, в докладе «Об энергии радия», отметив, что Д. И. Менделеев почти за 30 лет до открытия радия предсказал в общих чертах основные свойства этого элемента, Бородовский заявил: «...научное предсказание Менделеева относительно радия можно поставить наряду с подобными же предсказаниями относительно галлия, скандия и германия, чем еще раз блестяще доказывается и утверждается правильность периодической системы»[2].

В статье «Металлический радий»[3] Бородовский подробно разобрал метод получения металлического бария при помощи электролиза, впервые осуществленный Гунцем, и аналогичный метод получения радия, осуществленный Кюри и Дебьерном.

Так как метод дробной кристаллизации солей бария и радия, применяющийся для получения чистых препаратов радия, слишком длителен, Бородовский предложил более быстрый способ отделения радия от бария, основанный на различной летучести этих металлов. Он предложил смесь хлоридов бария и радия подвергнуть электролизу, соблюдая условия Гунца, а также Кюри и Дебьерна. Полученную при этом амальгаму бария и радия нужно перегнать в кварцевой трубке, температуру которой после отгонки ртути следует постепенно повышать. При достижении температуры свыше 700° начнет отгоняться радий, а барий останется. Удалось ли это осуществить Бородовскому, к сожалению, неизвестно.

Большой интерес представляет доклад «О радиоактивности»[4], сделанный Бородовским 24 декабря 1911 г. на объединенном заседании секции физики и химии II Менделеевского съезда. Это своего рода обзор новейших достижений в области физики и химии радиоактивных элементов. Бородовский отметил в своем докладе, что все радиоактивные явления объединены в единое целое теорией радиоактивного распада, созданной Резерфордом и Содди, согласно которой атомы радиоактивных элементов самопроизвольно распадаются с выделением внутренней энергии в виде различного рода лучей. Запасы этой внутриатомной энергии колоссальны.

Бородовский, как и академик Вернадский, предвидел огромную будущность открытия, связанного с практическим применением энергии атома. Он говорил: «Никакие исторические открытия не могут сравняться с тем открытием, которое передаст в обладание человека неистощимые запасы внутриатомных сил»[5]. В 1909 г. Бородовский опубликовал две заметки по вопросу о превращении нерадиоактивных элементов[6]. Но если тогда он не пришел к каким-либо определенным выводам, то в докладе «О радиоактивности» он критически рассмотрел все работы, вышедшие до конца 1911 г., о попытках разрушения атомов нерадиоактивных элементов и указал, что они не дали еще доказательств действительного превращения одного элемента в другой и, кроме того, не выяснили вопроса о строении атома.

[1] В. А. Бородовский. Теория распада атомов. «Природа», 1913, № 4, стр. 407—422; кроме того, см. сноску 7 на стр. 127.

[2] В. А. Бородовский. Об энергии радия. ЖРФХО, т. 40, ч. I, 1908, стр. 465.

[3] В. А. Бородовский. Металлический радий. «Природа», 1912, стр. 277—280.

[4] В. А. Бородовский. О радиоактивности. «Новые идеи в химии». СПб., 1913, № 2, стр. 1—25.

[5] Там же, стр. 23.

[6] В. А. Бородовский. К превращению элементов. «Вестник знания», № 1, 1909, стр. 112; В. А. Бородовский. К вопросу о превращении элементов. «Вестник знания», № 2, 1909, стр. 264—266.

Имя Бородовского приобрело широкую известность в основном благодаря экспериментальным работам, из которых «Поглощение β-лучей радия» является ценным вкладом в науку[1].

Для характеристики Бородовского как ученого следует напомнить, что еще в 1908 г., не имея опыта в изучении радиоактивности, он, направляясь в Англию, сам наметил тему исследования и настолько хорошо продумал свою будущую работу, посвященную поглощению β-лучей радия различными телами, что его исследования вскоре дали весьма интересные результаты.

Бородовский изучал поглощение β-лучей твердыми телами и жидкостями.

Поглощение лучей радиоактивных элементов твердыми телами и газами изучалось и до Бородовского, а вопросу поглощения лучей радиоактивных тел жидкостями уделялось мало внимания в связи с трудностью получения тонких и одновременно параллельных жидких слоев. Впервые в 1909 г.

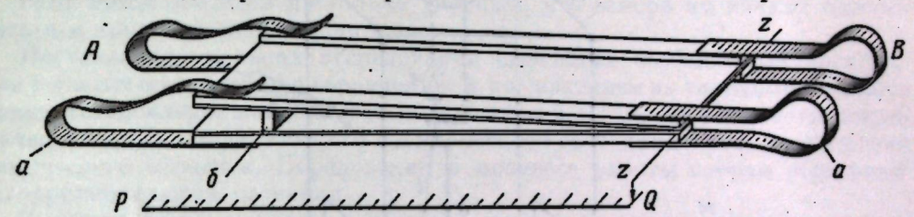


Рис. 1. Клин Бородовского

Норман Кэмбелл попытался определить поглощение β-лучей урана растворами[2]. Для этого он пропитывал фильтровальную бумагу исследуемым раствором соли и, положив влажные фильтры один на другой, изучал поглощение β-лучей урана теми слоями жидкости, которые находились в бумаге.

Объясняя результаты своих опытов, Кэмбелл пришел к выводу, что в растворах аддитивное свойство поглощения β-лучей теряет свою силу.

Однако, по мнению Бородовского, опытные данные Кэмбелла не дают ему права сделать определенный вывод относительно поглощения β-лучей урана растворами. Он считал, что методика Кэмбелла не заслуживает доверия ввиду неравномерности слоев фильтровальной бумаги, испарения растворителя во время наблюдения и поглощения лучей фильтрами.

После многочисленных предварительных опытов Бородовский разработал оригинальный метод получения тонких жидких слоев. Он предложил применить для получения жидких слоев различной толщины клин, состоящий из двух стеклянных пластин размером 140 × 40 × 0,2 мм. Необходимая жесткость пластин (с точки зрения противодействия изгибу под

[1] В. А. Бородовский дал не совсем точное название своей диссертации. Изучая поглощение β-лучей, он пользовался препаратом бромистого радия, находившимся в состоянии радиоактивного равновесия. Следует отметить, что β-лучи, испускаемые радием в состоянии равновесия, принадлежат не самому радию, а продуктам его распада — RaB, RaC, RaD, RaE.

Бородовский в своей работе многократно подчеркивал, что β-излучение характерно для RaB, RaC и RaE и указал, что он измерял лишь поглощение β-лучей RaC и RaE, а поглощение мягких β-лучей RaB измерить не удалось. О β-излучении RaD Бородовский еще не знал, так как в начале XX в. считали, что RaD никаких лучей не испускает.

Несмотря на то, что Бородовский не смог измерить поглощение β-лучей RaB и не знал о β-лучах RaD, ценность полученных им результатов от этого нисколько не снижается.

[2] Norman Campbell. The Absorption of β-Rays by Liquids. «Phil. Mag.», 17/6, 1909, p. 180—190.

действием сил поверхностного натяжения) обеспечивалась наклейкой вдоль их длинных сторон четырех стальных брусочков размером 140×4×0,2 мм. Конструкция клина изображена на рис. 1, где *а* — стальные пружины, *б* — стеклянный брусок, вводимый с одного конца в клин в целях обеспечения постоянства угла во время наблюдения. Заполнение клина жидкостью осуществлялось с помощью капиллярной пипетки.

Для измерения ионизации применялся β-электроскоп. Общий вид прибора приводится на рис. 2. Капсюла с препаратом радия[1] помещалась

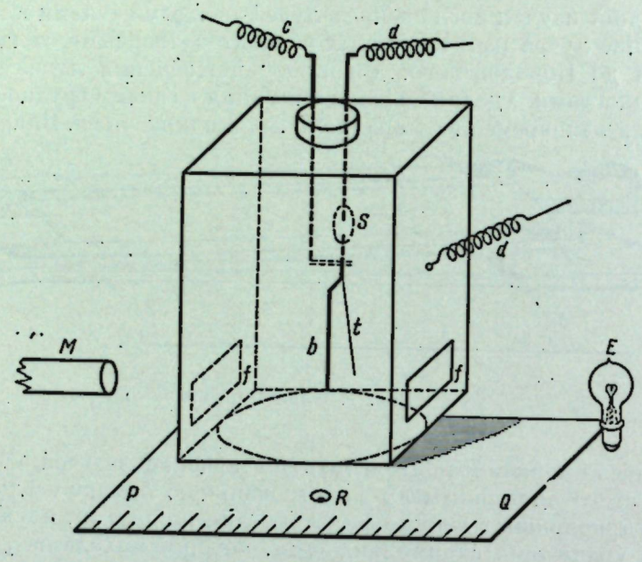


Рис. 2.

в углублении массивной деревянной доски PQ, над нею располагался клин с жидкостью, а далее — электроскоп.

На краях доски помещались две шкалы, нулевые точки которых совпадали с центром источника излучения. Стрелочный указатель *zz* позволял непосредственно отсчитывать расстояние вершины клина от центра радиации, что и обеспечивало, после несложных расчетов, возможность определения поглощения β-излучения в зависимости от толщины слоя жидкости.

Исследование поглощения β-лучей многими органическими жидкостями и порошкообразными телами производилось в стеклянных ячейках. Из толстостенной стеклянной трубки диаметром 2—3 см нарезались кольца различной толщины. Тщательно отшлифованное с обеих сторон кольцо приклеивалось к тонкому покровному стеклышку, другое покровное стекло служило крышкой над жидкостью, так что толщина жидкости в ячейке оставалась все время постоянной, а пары жидкости не мешали проводимым исследованиям.

Такие ячейки особенно удобны для определения поглощающей способности β-лучей порошкообразными телами. Тонко измельченный порошок исследуемого твердого вещества просеивался в стеклянную ячейку, толщина слоя порошка легко определялась путем взвешивания. Производя исследования, Бородовский вначале определял активность β-лучей, прошедших через пустой стеклянный клин или через пустую ячейку. Активность лучей, прошедших через различные слои жидкостей или порошкообразных тел, выражалась в процентах от начальной активности, которая выводилась как средняя из измерений перед началом и в конце серии опытов.

[1] Как указывалось выше, Бородовский изучал поглощение β-лучей RaC и RaE. В качестве источника радиации им использовался препарат $RaBr_2$, заключенный в медную капсюлу со слюдяным окошечком. Благодаря этому в пучке лучей, прошедших через окошечко, не содержалось мягких β-лучей RaB, поглощенных слюдой.

При изучении явлений прохождения β-лучей через вещества Бородовский пользовался относительным методом, называемым им «методом сравнительного поглощения».

Полученные экспериментальные данные сравнивались им с поглощающей способностью алюминия, принятой за единицу измерения. О применении относительного метода к изучению поглощения β-лучей, Бородовский впервые сообщил на страницах английского журнала[1].

Этот метод оказался настолько удобным, что вскоре им начали пользоваться и другие исследователи[2].

Поставив целью своих исследований выяснение особенностей поглощения β-частиц жидкостями по сравнению с поглощением их твердыми телами, а также установление зависимости поглощения β-частиц от плотности поглощающей среды, от физического и химического состояния тел и массы атома химического элемента, Бородовский в процессе работы собрал обширный экспериментальный материал.

Выясняя закономерности, согласно которым совершается поглощение β-лучей различными телами, Бородовский обратил внимание на зависимость поглощения лучей от плотности поглощающей среды. Еще в 1895 г. Ленард[3], изучавший поглощение катодных лучей, установил так называемый «закон плотностей», согласно которому «поглощение катодных лучей прямо пропорционально плотности поглощающей среды».

Однако «закон плотностей» Ленарда является приближенным законом даже и для самих катодных лучей, так как при делении коэффициента поглощения[4] на плотность поглощающей среды $\frac{\lambda}{d}$ получались числа, хотя и одного порядка, но значительно расходящиеся между собой. К подобным же выводам пришли Стретт[5] и Резерфорд[6] показавшие, что отношение $\frac{\lambda}{d}$ для β-лучей, испускаемых продуктами распада радия и урана, не остается постоянным, а увеличивается в ряду более плотных тел.

Несколько позже Годлевский[7], изучавший β-лучи актиния, пришел к тем же результатам, подтвердив, что отношение коэффициента поглощения к плотности поглощающей среды не остается постоянным, а возрастает для меди, слова и свинца. В. А. Бородовский на основании многочисленных исследований нашел, что поглощение β-лучей твердыми и жидкими телами различной плотности не подчиняется «закону плотностей» Ленарда, так как более плотные тела поглощают β-лучи больше, чем это требуется законом прямой пропорциональности. Далее Бородовский показал, что

[1] W. A. Borodowsky. The Absorption of β-Rays from Radium by Solution and Liquids». «Phil. Mag.», 19/6, 1910, p. 605—619.

[2] S. F. Kovarik. Absorption and Reflexion of the β-Particles by Matter. «Phil. Mag.», 20 [6], 1910, p. 849—866.

[3] P. Lenard. Über die Absorption der Kathodenstrahlen. «Ann. Phys. Chem.», 56, 1895, S. 255—275.

[4] Теперь коэффициент поглощения обозначается μ.

[5] R. J. Strutt. The Absorption of the Becquerel Rays by Solid and Gaseous Bodies. «Nature», 61, 1900, p. 539—540.

[6] E. Rutherford. Die Radioaktivität. Berlin, 1907, S. 141.

[7] T. Godlewski. Absorption of the β-and γ-Rays of Actinium. «Phil. Mag.», 12[6], 1905. p. 377.

поглощение β-лучей в растворах прямо пропорционально толщине поглощающего слоя, плотности поглощающей среды, а следовательно, и массе поглощающего тела.

Придя к выводу, что величина поглощения β-лучей не зависит от физического и химического состояния поглощающих тел, Бородовский установил, что поглощение β-лучей является аддитивным свойством материи (исключение — водород); оно определяется природой самого атома и не зависит от способа сочетаний атомов в молекулы. В каком бы состоянии ни находился данный элемент, в свободном или химически связанном, ему свойственна определенная поглощательная способность, не изменяющаяся в зависимости от агрегатного состояния, от состояния аллотропии, изомерии и т. д.

На основании закона аддитивности молекулярное поглощение данного соединения легко вычислить из атомных поглощений составляющих его элементов по формуле:

$$Ma = \Sigma Aa,$$

где Ma и Aa — молекулярное и атомное поглощение. Закон аддитивности имеет большое значение; он дает возможность определять поглощательную способность элементов, не выделяя их в свободном состоянии, что очень важно, так как выделение некоторых элементов в свободном виде весьма затруднительно.

Что касается зависимости поглощательной способности элементов от их атомных весов, то Бородовский, изучая эту зависимость, пришел к двум важным заключениям.

1. Величина сравнительного поглощения является периодической функцией атомного веса химических элементов.

2. Зависимость между поглощением β-лучей и атомным весом выражается следующим уравнением:

$$\frac{a}{\sqrt[3]{A}} = K,$$

где a — поглощение на 1 г химического элемента, A — атомный вес и K — некоторая постоянная поглощения в пределах группы химических элементов. Придав предыдущей формуле вид: $a = K\sqrt[3]{A}$, Бородовский показал, что «поглощение β-лучей единицей массы какого-либо элемента (с основанием в 1 см²) прямо пропорционально корню кубическому из атомной массы того же элемента».

Полученный Бородовским результат И. И. Якобсон[1] предложил назвать законом Бородовского.

Закон Бородовского несомненно явился ценным вкладом в науку, так как дал новый для того времени способ определения атомного веса химических элементов. Не менее важны и все остальные выводы, сделанные им в своей работе.

Исследования Бородовского отражены в научной литературе по радиоактивности. Э. Резерфорд в своей книге «Радиоактивные вещества и их излучения»[2], вышедшей в 1913 г., довольно подробно описал опыты Бородовского, посвященные поглощению β-лучей жидкостями. С. Мейер и Е. Швейдлер в первом и втором издании своей книги по радиоактивности, опубликованной в 1916 и в 1927 гг.[1], также указали на исследования Бородовского в области поглощения β-лучей. Даже в капитальном труде Кольрауша по радиоактивности, изданном в 1928 г.[2], была отмечена работа Бородовского о поглощении β-лучей жидкостями. А на страницах «Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik»[3] в списке литературы по радиоактивности приводилась не только статья Бородовского «Поглощение β-лучей радия растворами и жидкостями», опубликованная в 1910 г., в английском журнале «Philosophical Magasin», но и его доклад «Об энергии радия», помещенный в 1908 г. в журнале Русского физико-химического общества. Что касается русской литературы по радиоактивности, то исследования Бородовского были отмечены Л. С. Коловрат-Червинским в главе «Радиоактивность», написанной им для «Курса физики» О. Д. Хвольсона[4]. Руководитель первой радиологической лаборатории России и редактор первого русского журнала по радиоактивности Е. С. Бурксер в одной из своих статей[5] писал, что Бородовский, исследуя поглощение β-лучей различными веществами, пришел к заключению об аддитивном характере поглощения. Кроме того, Л. А. Чугаев в некрологе и И. И. Якобсон в двух статьях указали на значение работ Бородовского.

Необходимо отметить, что способ Бородовского имеет ряд ограничений. Так, химические элементы, имеющие небольшой атомный вес (например, водород, гелий и др.), не подчиняются закону Бородовского.

Что касается тяжелых металлов, то, по мнению Бородовского, о пригодности нового метода для определения их атомных весов можно говорить лишь после более детальных исследований. Метод Бородовского дает очень хорошие результаты для определения атомных весов химических элементов, имеющих среднюю величину атомного веса. Бородовский подчеркивал в своей работе, что, по его личному убеждению, уравнением $K = \frac{a}{\sqrt[3]{A}}$ — можно пользоваться для определения порядка атомного веса, когда необходимо сделать выбор между теми или другими величинами.

Как известно, химический анализ соединения не дает возможности определить атомный вес элемента, входящего в состав этого соединения, а лишь позволяет определить его эквивалент. Закон Бородовского дает возможность вычислить приблизительное значение атомного веса элемента, если только изучено отношение этого элемента к β-лучам. О новом методе определения атомного веса Бородовский сделал доклад 21 декабря 1911 г. на II Менделеевском съезде[6]. Отдельные главы своей работы ученый докладывал еще до защиты магистерской диссертации на заседаниях РФХО[7] и Общества естествоиспытателей при Юрьевском университете[8], где получил ряд ценных указаний.

[1] И. И. Якобсон. Первоначальные радиоактивные исследования в России. «Труды Физико-технического ин-та АН Узб. ССР», т. V, 1953, стр. 124; «Успехи физ. наук», т. XLVII, 1952, вып. I, стр. 117.

[2] E. Rutherford. Radioaktive Substanzen und ihre Strahlungen. Hanbuch der Radiologie. B. II, 1913, Leipzig, S. 186.

[1] S. Meier u. E. Schweidler. Radioaktivität. I Aufl. 1916, Leipzig-Berlin, S. 109; II Aufl. 1927, S. 129.

[2] K. W. F. Kohlrausch. Radioaktivität. Handbuch der Experimentalphysik. B. 15, 1928, Leipzig, S. 376.

[3] Jahrbuch der Radioaktivität und Elektronik. B. 7, H. 3, 1910, Leipzig, S. 476; Ibid, B. 5, 1908, S. 569.

[4] О. Д. Хвольсон. Курс физики. Изд. 2, т. 5, 1923, стр. 923.

[5] Е. С. Бурксер. Прохождение β-лучей через материю. «Физик-любитель», т. XI, № 187, ноябрь 1914, стр. 154.

[6] В. А. Бородовский. Определение атомного веса химических элементов по способу поглощения электронов. Дневник II Менделеевского съезда, СПб., 1911, № 3, стр. 4.

[7] ЖРФХО, т. 42, ч. I, 1910, стр. 725.

[8] Протоколы Общества естествоиспытателей при Юрьевском университете за 1910 г., стр. XLVII—XLVIII.

Диссертация В. А. Бородовского получила высокую оценку русских ученых.

В Московском отделении Архива АН СССР нам удалось обнаружить отзыв о его диссертации профессора И. А. Каблукова. В этом отзыве, датированном 19 февраля 1911 г., Каблуков, подробно разобрав работу Бородовского, пришел к следующему заключению:

«Диссертация Бородовского является солидным трудом, обогатившим науку целым рядом фактов и закономостей и обнаружившим в авторе талант недюжинного экспериментатора и хорошее знакомство с литературой.

Труд В. А. Бородовского представляет собой одну из лучших диссертаций на магистра химии, представленных за последнее время в физико-математический факультет Московского университета» [1].

Очень показательно, что И. А. Каблуков, отличавшийся большой требовательностью и строгостью в оценке научных трудов, не сделал ни одного замечания по работе Бородовского и дал ей такую блестящую характеристику.

Вскоре Каблуков послал В. И. Вернадскому вместе с письмом небольшую заметку для «Русской мысли» о книге Бородовского. В письме отмечалось, что книга Бородовского «хотя представляет диссертацию, но интересна и для более широкого круга читателей» [2]. В заметке, опубликованной в мае 1911 г., Каблуков писал, что выводы Бородовского хорошо обоснованы, а книга в целом «может служить руководством при подобного рода работах» [3].

После защиты магистерской диссертации Бородовский работал в Юрьевском университете, где занимался исследованием радиоактивных «отбросов» ферганской руды. Для разложения руды Бородовский выработал свой метод, более выгодный, чем метод Кюри. Для отделения Ra от Ba он решил пользоваться также своим методом, основанным на различной летучести этих металлов.

Ученый работал в очень тяжелых условиях, не имея ни хорошей лаборатории, ни самого необходимого оборудования.

В письме к В. И. Вернадскому от 2 декабря 1911 г. Бородовский сообщил о предварительных результатах обработки радиоактивных отходов и указал на трудности работы, связанные с отсутствием условий для исследования радиоактивных веществ. Текст письма, проливающего свет на некоторые, ранее неизвестные стороны научной деятельности Бородовского приводим почти полностью [4].

«Юрьев-Лифляндский
университет
Химическая лаборатория
2 декабря 1911 г.

Многоуважаемый Владимир Иванович!

Мне хотелось бы еще ранее — до возможного свидания на Менделеевском съезде — сообщить Вам некоторые результаты по обработке радиоактивных отбросов, полученных мною от фирмы Палашковских. (С. Палашковский был председателем правления Ферганского общества для добычи редких металлов.— *Л. З.*).

Анализ почти уже закончен, еще не определены ванадиевая и мышьяковая кислоты.

[1] Московское отделение архива АН СССР, ф. 474, оп. I, ед. хр. 21.
[2] Там же, ф. 518, оп. 3/1011, ед. хр. 695.
[3] И. А. Каблуков. «Русская мысль», 32, кн. 5, май 1911, стр. 207—208.
[4] Московское отделение архива АН СССР, ф. 518, оп. 3/1011, ед. хр. 181.

Его результаты таковы:

H_2O—13,14%	CaO—4,31%
SiO_2—16,97	$BaSO_4$—30,64 (!)
Al_2O_3—9	$SrSO_4$—0,03
Fe_2O_3—10,89	Cl—5,30
Bi_2O_3—1,28	V и As—?

Я пока даю Вам числа в том сыром виде, как они получены при количественном анализе; при последующей обработке этих данных будут точно указаны результаты анализа в виде солей и соединений. Вы видите, что почти $^1/_3$ всей руды состоит из барита. Радиоактивное исследование привело меня к следующему: эти отбросы несомненно радиоактивны, однако же не в той мере, как об этом говорили мне на фирме. Вот Вам предварительные измерения на радиоактивность при одинаковых экспериментальных условиях.

1. Активность «отбросов» составляет 0,6 единиц таковой же активности U_3O_8, лишенного эманации Rd (ныне обозначается Ra.— *Л. З.*).

2. При сравнении с U_3O_8 (содержащим Rd и эманацию) активность «отбросов» равна только 0,2 единицы.

3. При сравнении с «урановой смолкой» (содержащей также эманацию) активность «отбросов» 0,3 единицы.

Если сопоставить эти данные с результатами вышеприведенного анализа, где Ur (ныне обозначается U.—*Л. З.*) нет, Вы поймете, что вся активность руды, хотя и малая сама по себе, принадлежит почти нацело Rad и Pol. Обработка руды (отбросов) длится уже давно. Я выработал свой метод разложения руды (подчеркнуто мною.—*Л. З.*); мне кажется, что он более ускорит для меня выработку солей радия, чем все методы, известные до сих пор в литературе.

1. Отбросы обрабатывал долгое время крепкой HCl (в растворе Bi, Fe и т. д. вместе с ним будут там Pol и Act); в осадке сульфаты и Rd.

2. Промытая руда затем высушена и сплавлена с Na_2CO_3; после выщелачивают, удалена вся кремнекислота, в осадке карбонаты и Rd.

3. Дальнейшее разложение карбонатов посредством HCl и кристаллизация хлоридов. Мне думается, что сплавление с содой гораздо выгоднее и скорее, чем кипячение (метод Кюри).

Когда я пишу Вам это письмо, руда заканчивает вторую стадию указанного процесса: выщелачиваются карбонаты.

Что касается разделения Rd от Ba, то применяемый способ кристаллизации хочу заменить следующим: проэлектризовать хлориды бария и Rd (катодом будет Hg), полученные амальгамы в струе водорода перегнать (кварцевая посуда); после отгонки ртути при последующем повышении температуры первым будет отгоняться радий, а барий, как менее летучий, остается на своем месте.

Однако на пути к этим выделениям стоит у меня масса препятствий. Нет ни кварцевой посуды, ни тока, ни даже лаборатории.

Хотел было произвести радиоактивные измерения у физиков: те говорят, что посторонних лиц (!!) вообще они неохотно пускают в физический кабинет, тогда необходимо-де ходить туда и ассистенту и там дежурить (сами физики бывают только во время лекций и практических занятий в своем кабинете), при таких условиях я отказался работать там. В химической лаборатории У[ниверситета] нет подходящих бань, нет места, нет благожелательной атмосферы... На курсах, где я читаю неорг., орг. и анал[итическую] химию, совсем нет лаборатории, там только кабинет для опытов.

Можете ли себе представить, что в течение нескольких дней не мог найти дальнефокусного микроскопа с небольшим увеличением: принужде и

Диссертация В. А. Бородовского получила высокую оценку русских ученых.

В Московском отделении Архива АН СССР нам удалось обнаружить отзыв о его диссертации профессора И. А. Каблукова. В этом отзыве, датированном 19 февраля 1911 г., Каблуков, подробно разобрав работу Бородовского, пришел к следующему заключению:

«Диссертация Бородовского является солидным трудом, обогатившим науку целым рядом фактов и закономостей и обнаружившим в авторе талант недюжинного экспериментатора и хорошее знакомство с литературой.

Труд В. А. Бородовского представляет собой одну из лучших диссертаций на магистра химии, представленных за последнее время в физико-математический факультет Московского университета» [1].

Очень показательно, что И. А. Каблуков, отличавшийся большой требовательностью и строгостью в оценке научных трудов, не сделал ни одного замечания по работе Бородовского и дал ей такую блестящую характеристику.

Вскоре Каблуков послал В. И. Вернадскому вместе с письмом небольшую заметку для «Русской мысли» о книге Бородовского. В письме отмечалось, что книга Бородовского «хотя представляет диссертацию, но интересна и для более широкого круга читателей» [2]. В заметке, опубликованной в мае 1911 г., Каблуков писал, что выводы Бородовского хорошо обоснованы, а книга в целом «может служить руководством при подобного рода работах» [3].

После защиты магистерской диссертации Бородовский работал в Юрьевском университете, где занимался исследованием радиоактивных «отбросов» ферганской руды. Для разложения руды Бородовский выработал свой метод, более выгодный, чем метод Кюри. Для отделения Ra от Ba он решил пользоваться также своим методом, основанным на различной летучести этих металлов.

Ученый работал в очень тяжелых условиях, не имея ни хорошей лаборатории, ни самого необходимого оборудования.

В письме к В. И. Вернадскому от 2 декабря 1911 г. Бородовский сообщил о предварительных результатах обработки радиоактивных отходов и указал на трудности работы, связанные с отсутствием условий для исследования радиоактивных веществ. Текст письма, проливающего свет на некоторые, ранее неизвестные стороны научной деятельности Бородовского приводим почти полностью [4].

«Юрьев -Лифляндский
университет
Химическая лаборатория
2 декабря 1911 г.

Многоуважаемый Владимир Иванович!

Мне хотелось бы еще ранее — до возможного свидания на Менделеевском съезде — сообщить Вам некоторые результаты по обработке радиоактивных отбросов, полученных мною от фирмы Палашковских. (С. Палашковский был председателем правления Ферганского общества для добычи редких металлов.— *Л. З.*).

Анализ почти уже закончен, еще не определены ванадиевая и мышьяковая кислоты.

[1] Московское отделение архива АН СССР, ф. 474, оп. I, ед. хр. 21.
[2] Там же, ф. 518, оп. 3/1011, ед. хр. 696.
[3] И. А. Каблуков. «Русская мысль», 32, кн. 5, май 1911, стр. 207—208.
[4] Московское отделение архива АН СССР, ф. 518, оп. 3/1011, ед. хр. 181.

Его результаты таковы:

H_2O—13,14%	CaO—4,31%
SiO_2—16,97	$BaSO_4$—30,64 (!)
Al_2O_3—9	$SrSO_4$—0,03
Fe_2O_3—10,89	Cl—5,30
Bi_2O_3—1,28	V и As—?

Я пока даю Вам числа в том сыром виде, как они получены при количественном анализе; при последующей обработке этих данных будут точно указаны результаты анализа в виде солей и соединений. Вы видите, что почти $^1/_3$ всей руды состоит из барита. Радиоактивное исследование привело меня к следующему: эти отбросы несомненно радиоактивны, однако же не в той мере, как об этом говорили мне на фирме. Вот Вам предварительные измерения на радиоактивность при одинаковых экспериментальных условиях.

1. Активность «отбросов» составляет 0,6 единиц таковой же активности U_3O_8, лишенного эманации Rd (ныне обозначается Ra.— *Л. З.*).

2. При сравнении с U_3O_8 (содержащим Rd и эманацию) активность «отбросов» равна только 0,2 единицы.

3. При сравнении с «урановой смолкой» (содержащей также эманацию) активность «отбросов» 0,3 единицы.

Если сопоставить эти данные с результатами вышеприведенного анализа, где Ur (ныне обозначается U.—*Л. З.*) нет, Вы поймете, что вся активность руды, хотя и малая сама по себе, принадлежит почти нацело Rad и Pol. Обработка руды (отбросов) длится уже давно. Я выработал свой метод разложения руды (подчеркнуто мною.—*Л. З.*); мне кажется, что он более ускорит для меня выработку солей радия, чем все методы, известные до сих пор в литературе.

1. Отбросы обрабатывал долгое время крепкой HCl (в растворе Bi, Fe и т. д. вместе с ним будут там Pol и Act); в осадке сульфаты и Rd.

2. Промытая руда затем высушена и сплавлена с Na_2CO_3; после выщелачивают, удалена вся кремнекислота, в осадке карбонаты и Rd.

3. Дальнейшее разложение карбонатов посредством HCl и кристаллизация хлоридов. Мне думается, что сплавление с содой гораздо выгоднее и скорее, чем кипячение (метод Кюри).

Когда я пишу Вам это письмо, руда заканчивает вторую стадию указанного процесса: выщелачиваются карбонаты.

Что касается разделения Rd от Ba, то применяемый способ кристаллизации хочу заменить следующим: проэлектризовать хлориды бария и Rd (катодом будет Hg), полученные амальгамы в струе водорода перегнать (кварцевая посуда); после отгонки ртути при последующем повышении температуры первым будет отгоняться радий, а барий, как менее летучий, остается на своем месте.

Однако на пути к этим выделениям стоит у меня масса препятствий. Нет ни кварцевой посуды, ни тока, ни даже лаборатории.

Хотел было произвести радиоактивные измерения у физиков: те говорят, что посторонних лиц (!!) вообще они неохотно пускают в физический кабинет, тогда необходимо-де ходить туда и ассистенту и там дежурить (сами физики бывают только во время лекций и практических занятий в своем кабинете), при таких условиях я отказался работать там. В химической лаборатории У[ниверситета] нет подходящих бань, нет места, нет благожелательной атмосферы... На курсах, где я читаю неорг., орг. и анал[итическую] химию, совсем нет лаборатории, там только кабинет для опытов.

Можете ли себе представить, что в течение нескольких дней не мог найти дальнефокусного микроскопа с небольшим увеличением: принужде и

был составлять свой микроскоп. Только помощью совершенно частных лиц дело понемногу двигается вперед. Сплавление руды производил на фабрике у Леста, а выщелачиваю по разным углам, то в Университете, то на Курсах, то даже в частной квартире.

Хочу как можно скорее перейти отсюда, из Юрьева, туда, где будет настоящая лаборатория, годная для обследования вещ[ест]ва.

Что бы то ни было, к Менделеевскому съезду приеду (в самом крайнем случае) с изоморфными солями радия и бария.

Что касается Вашего любезного предложения о том, чтобы указать, что именно нужно для выработки радия, то этот вопрос я откладываю до личного с Вами свидания.

С искренним к Вам уважением В. А. Бородовский».

В последние годы жизни В. А. Бородовский занялся изучением радиоактивных минералов из русских месторождений.

Решая этот важный для России вопрос, Бородовский успел исследовать только радиоактивные минералы Ильменских месторождений и выступил 16 мая 1913 г. с предварительным сообщением об итогах этой работы на заседании отделения химии РФХО[1].

В статье, посвященной радиоактивным минералам Ильменских месторождений[2], Бородовский привел методику химического анализа и определения радиоактивности минералов, собранных им в 1912 г. на Урале. Показав, что почти все исследованные им радиоактивные минералы содержали одновременно уран и торий, Бородовский отметил, что для выделения радиоактивных элементов в чистом виде нужны такие минералы, которые бы содержали в себе или уран или торий. Поэтому эшиниты из Ильменских месторождений, содержащие много тория и ничтожные количества урана, можно использовать для получения мезотория.

Сделанный Бородовским практический вывод был весьма важен, так как давал указание на возможность использования русских эшинитов в качестве руды для получения мезотория, очень часто заменявшего в тот период радий.

Бородовский хотел провести целый ряд систематических исследований многих радиоактивных месторождений страны. Все эти работы должны были служить материалом для докторской диссертации, однако преждевременная смерть Бородовского помешала выполнению его планов.

За две недели до смерти Бородовского, 13 января 1914 г., при Министерстве народного просвещения состоялось особое совещание по вопросу о мерах, необходимых для выяснения местонахождений радиоактивных минералов в России, о добыче радия и о применении его для лечебных целей. В совещании приняли участие виднейшие представители русской науки — академики А. П. Карпинский, В. И. Вернадский, профессора Н. Г. Егоров, Д. П. Коновалов и др.

Выступая на этом совещании по вопросу о производившихся в России работах, посвященных исследованию русских радиоактивных руд, профессор Н. Г. Егоров указал на работы химика В. А. Бородовского, начатые им в Москве и Юрьеве и продолженные в Петербурге в Главной палате мер и весов.

Егоров отметил трудности, встретившиеся Бородовскому, связанные с малым количеством материала, поступавшего с большими затруднениями от частной компании «Ферганское общество для добычи редких металлов».

[1] ЖРФХО, т. 45, 1913, стр. 672.

[2] В. А. Бородовский. Радиоактивные минералы Ильменских месторождений. (отдельный оттиск из журнала «Временник Главной палаты мер и весов»), июнь 1913 г.

Первоначально Бородовским было получено всего пять килограммов частично переработанной для нужд завода руды; затем эта руда была подвергнута более грубой обработке на Тентелевском химическом заводе и только после этого Бородовский приступил к ее лабораторным исследованиям. В результате произведенных исследований им было установлено наличие в пяти килограммах руды 0,2 мг радия. В дальнейшем Бородовский нашел, что радиоактивность чистых и уже переработанных для нужд завода руд различна.

Академик В. И. Вернадский добавил к выступлению профессора Егорова, что, помимо Бородовского, эти же руды исследовались в Минералогической лаборатории Академии наук и что можно считать установленным присутствие в них радия[1].

Таким образом, В. А. Бородовский один из первых установил наличие радия в ферганской радиоактивной руде и ее отходах, из которых в 1921 г. В. Г. Хлопиным был получен первый отечественный препарат радия.

Имя Василия Андреевича Бородовского, одного из немногих радиохимиков дореволюционной России, хорошего экспериментатора и талантливого лектора может служить для нас образцом самоотверженного служения науке.

[1] ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 145, ед. хр. 260, л. 199об—200.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Д. И. ЩЕРБАКОВ

В. И. ВЕРНАДСКИЙ И СОВЕТСКАЯ МИНЕРАЛОГИЯ

Многогранное научное творчество В. И. Вернадского охватывает геологические, химические, физико-химические и биологические дисциплины, а также вопросы истории науки и философии. Оригинальность мысли, глубина научного анализа, умение схватывать ведущие идеи в сопредельных науках, дар далеко идущего научного предвидения,— вот что особенно характерно для его деятельности.

В. И. Вернадский был глубоко самобытным натуралистом, всегда идущим самостоятельными путями. Он поражал оригинальностью трактовки освещаемых вопросов и умением подмечать то, что ускользало от других исследователей.

Владимир Иванович Вернадский родился 12 марта 1863 г. Высшее образование получил в Петербургском университете, где его учителями были В. В. Докучаев, Д. И. Менделеев и Н. А. Меншуткин. Через три года после окончания университета он получил двухгодичную командировку за границу. В Париже он прошел экспериментальную школу у Ле Шателье и Фуке, а в Германии работал у Грота и Зонке по кристаллографии и минералогии. К этому времени относятся его первые классические исследования, посвященные роли глинозема в силикатах и содержащие разработку теории комплексных алюмо-кремневых ангидридов. В 1890 г. В. И. Вернадский становится доцентом, а с 1898 г.— профессором минералогии Московского университета. Он в корне изменяет характер курса минералогии и вместо сухой описательной дисциплины создает химическую минералогию, трактующую о происхождении минералов и их химической конституции. Одновременно он читает лекции по кристаллографии. В Московском университете В. И. Вернадский создает научную школу, ставшую широко известной не только у нас в СССР, но и за границей.

В 1906 г. В. И. Вернадский избирается действительным членом Академии наук. В это время В. И. Вернадский закладывает основы новой области знания — геохимии.

В 1909 г., во время заграничной командировки, В. И. Вернадский знакомится с ведущими исследователями радиоактивных явлений и, увлеченный полными новизны идеями Джоли, вернувшись на родину, начинает горячую пропаганду необходимости изучения естественной радиоактивности горных пород и почвы на территории России. Эта новая область знания захватывает его целиком. В ней он прозорливо видит будущее науки. Со свойственным ему темпераментом, упорством и настойчивостью В. И. Вернадский добивается крупных (по тому времени) ассигнований и начинает систематическое изучение радиоактивных проявлений земной коры на огромных пространствах России. До конца жизни он не перестает глубоко интересоваться явлениями радиоактивности.

От минералогии и геохимии радиоактивных элементов он переходит к проблеме изотопов, связав ее в дальнейшем с энергией живого вещества, а также к проблеме абсолютного геологического возраста, вычисление которого основано на явлениях радиоактивного распада, и к широким общим проблемам радиогеологии.

В 1911 г. В. И. Вернадский в знак протеста против реакционной политики министра народного просвещения Кассо вместе с К. А. Тимирязевым, П. Н. Лебедевым и другими профессорами покидает Московский университет. С этого времени он полностью переключается на научную и организационную работу в Академии наук.

Мировая война выдвинула перед страной новые задачи; отсталая промышленность царской России не могла удовлетворить возникшую потребность в разнообразном минеральном сырье. В. И. Вернадский призывает интенсивно изучать и осваивать руды, таящиеся в недрах нашей родины. В 1915 г. по его инициативе и под его руководством создается в Академии наук Комиссия по изучению естественных производительных сил (КЕПС). Она имела исключительно большое значение для познания природных ресурсов страны, и во многом ее деятельность предопределила дальнейшие исследовательские работы в той же области, осуществленные уже в советское время. Из этой комиссии впоследствии выделились многие самостоятельные научные институты.

В 1922 г. В. И. Вернадский создает Радиевый институт и на долгие годы становится его директором.

Вместе с тем он продолжает углублять созданную им теорию строения алюмосиликатов, непрерывно совершенствуя ее. Эта теория пронизывает научные и прикладные работы советских геологов и технологов-силикатчиков; она была положена в основу преподавания минералогии силикатов в высшей школе и получила широкое признание за границей.

В 1918—1920 гг. В. И. Вернадский, на основе созданного им подхода к геохимии как науке об истории атома в земной коре, начинает изучать роль организмов в геохимических процессах. Он отмечает мощные проявления энергии, связанной с жизнью, и влияние организмов на круговорот и концентрацию химических элементов. В. И. Вернадский создает новую научную дисциплину — биогеохимию, перебрасывающую мост между живой и мертвой материей и ставящую задачей выяснение роли организмов в геохимических процессах. В связи с этим В. И. Вернадский создает в Академии наук СССР биогеохимическую лабораторию, ныне преобразованную в Институт аналитической химии и геохимии им. В. И. Вернадского.

Первый раз неполный курс геохимии В. И. Вернадский прочел в 1920 г. в стенах Крымского университета; в 1923 г. он читает его в Сорбонне. В 1924 г. выходит в свет на французском языке «Геохимия» В. И. Вернадского. Затем появились значительно переработанные русские издания, которые тут же были переведены на несколько иностранных языков. Между 1920—1930 гг. В. И. Вернадский публикует ряд выпусков своей замечательной «Истории минералов земной коры».

В. И. Вернадский всегда уделял большое внимание химии космоса. Он создает Комитет для изучения метеоритов и принимает деятельное участие в работах Комиссии по изучению вечной мерзлоты.

Вместе с тем В. И. Вернадский в течение своей долгой жизни вел большую общественную работу.

Он был первым президентом Академии наук УССР. Научные заслуги В. И. Вернадского перед мировой наукой нашли признание в избрании его членом многих иностранных академий и научных обществ.

Этот сжатый перечень основных этапов научной деятельности В. И. Вернадского убедительно говорит о разносторонности его исключительно

одаренной натуры и о выдающемся значении его исследований для развития науки о земле и жизни.

Для нас, представителей младших поколений учеников Владимира Ивановича, обаяние его личности было связано не только с замечательными достижениями ученого в области геолого-минералогических наук, но и с тем, что он всегда стоял на передовых позициях науки, обладая необыкновенной смелостью научной мысли. При этом он отличался высокой принципиальностью и не допускал никаких компромиссов. В. И. Вернадский был строгим, требовательным учителем, но вместе с тем человеком исключительной сердечности. Он вдохновлял наши первые шаги в области науки, показывая ее неограниченные возможности в настоящем и будущем, заставляя вместе с тем относиться с уважением к истории науки, к традициям и преемственности в работе.

Он создал подлинно научную школу, охватившую широкий круг специалистов, во много раз больший, чем аудитория его непосредственных слушателей и учеников.

В статье «Памяти В. И. Вернадского» («Правда» от 8 янв. 1945 г.) академик В. Л. Комаров отметил, что сила В. И. Вернадского заключалась в том, что «открытия его были не только ответом на вопросы науки, но началом новых, далеко идущих научных направлений, исходным пунктом больших научных течений».

* * *

Среди всех направлений научной деятельности В. И. Вернадского, особенно в первый период его научной работы, ведущее место занимала минералогия. По словам академика А. Е. Ферсмана, свыше 30% опубликованных Вернадским трудов относится к области минералогии.

Минералогия, наука о камнях и рудах,— одна из древнейших среди естественных наук. Это не удивительно: люди стали применять камни и руды уже на заре человеческой истории.

«Наука древняя,— писал В. И. Вернадский,— минералогия вначале — в неполном и неглубоком, но широком анализе явлений, захватила огромную научную область — сейчас область многих наук, частью бо́льших по объему, чем она сама. Постепенно, в течение столетий, они из нее выделяются»[1]. Так родились геология, палеонтология, петрография и кристаллография.

«Ибо в долгой, тысячелетней истории минералогии,— пишет там же В. И. Вернадский,— понимание ее содержания изменялось до неузнаваемости. От старого осталось слово, но в него вложено новое содержание. И это содержание подвижно, оно меняется, углубляется, движется с ходом времени»[2].

Одно из таких крупных изменений в понимании минералогии связано с научной деятельностью В. И. Вернадского. Вернадскому было 27 лет, когда он начал свою работу в Московском университете. Несмотря на молодость, он был уже хорошо подготовлен к научной и преподавательской деятельности. С самого начала проявились его критический ум и желание идти своей дорогой.

Когда в 1890 г. В. И. Вернадский пришел в минералогический кабинет, он нашел минералогическую коллекцию в полном беспорядке: минералы лежали кучками в разных шкафах, частично на полу, в полном хаосе. При минералогическом кабинете была небольшая, но хорошо оборудованная

[1] В. И. Вернадский. Задачи минералогии в нашей стране. «Природа», 1928, № 1, стр. 23.
[2] Там же.

лаборатория, где можно было проводить опыты при высокой температуре; были гониометры, микроскопы и даже приспособления для спектрального анализа. В штате кабинета, кроме заведующего, был один ассистент — химик-фармацевт Е. Д. Кислаковский.

В. И. Вернадский начал с приведения в порядок коллекций, которым он придавал огромное значение. Лекции же по минералогии он начал читать с весеннего семестра 1891 г.

Уже в конце XIX в. Вернадский отметил, что минералогия переживает весьма знаменательную пору своего развития; от нее отделяется новая наука — кристаллография. Он предвидел, что недалеко то время, когда обе эти области будут развиваться самостоятельно. Различие между ними заключается и в методах и в задачах исследования — иначе говоря, во всем, что определяет науку и отделяет одну отрасль естествознания от другой.

Минералогия, по Вернадскому, представляет науку, занимающуюся изучением химических процессов, происходящих на земном шаре. Для нее интересны только те химические соединения, которые могут образоваться в течение разнообразных химических реакций, происходящих на земле. Она имеет задачей выяснение, почему на земле идут одни, а не другие химические реакции, почему в ней образуются только определенные, известные соединения. Она представляет как бы химию земного шара, и задачей ее является дать картину и законы явлений, совершающихся в огромной химической лаборатории, которую представляет собой наш земной шар.

Все химические реакции, происходящие на Земле, являются как бы тесно, неразрывно связанными друг с другом; если бы мы имели возможность проследить их, говорил Вернадский, во времени и сразу охватить весь ход химических изменений, происходящих на Земле, то возможно, что мы бы наблюдали всего один процесс, одну и ту же сложную, изменяющуюся систему химических равновесий, которые выпали на долю Земли, как планеты.

Так, совершенно по-новому определил он предмет и задачи минералогии. Он включает в нее твердые, жидкие и газообразные соединения, связывает процессы жизни на Земле с образованием и изменением минералов, выясняет роль отдельных элементов в химии земной коры. В этом определении есть уже зародыш созданных им во второй период жизни новых научных дисциплин — геохимии и биогеохимии. В отличие от господствовавшего в то время изложения минералогии, содержащего главным образом морфологическое описание минералов, В. И. Вернадский делает упор на их образование, взаимосвязь и изменение. Он выдвигает в качестве одной из первых задач установление закономерностей совместного нахождения минералов, организует систематические минералогические экскурсии, чтобы научить студентов наблюдать явления природы.

Ярко описывает систему преподавания Вернадского, сочетавшую теорию с самостоятельной работой студентов, его талантливый ученик — А. Е. Ферсман.

«Почти каждый день В. И. Вернадский спускался к нам вниз, в нашу лабораторию. Не без трепета ожидали мы его прихода. Он неизменно спрашивал: «Что у вас?», проявляя живой интерес ко всем нашим темам. Его горячее увлечение проблемами химии минералов и тогда витавшими в воздухе идеями молодой геохимии передавалось и нам...

Все мы должны были работать в музее над коллекциями. В. И. Вернадский настаивал, чтобы мы систематически просматривали минералы, чтобы набивали глаз на сотнях, тысячах образцов, чтобы учились определять присылавшиеся к нам собрания камней, умели точно записывать их в инвентарь»[1].

[1] А. Ферсман. Мои путешествия. 1949, стр. 21.

Но особенно сильное впечатление осталось у А. Е. Ферсмана от экскурсий с Владимиром Ивановичем.

«Много раз посещали мы обнажения черных юрских глин на берегу Москвы-реки около Хорошева,— писал Александр Евгеньевич.

Здесь раковины аммонитов были превращены в сплошной колчедан. Выветривание колчедана давало кристаллики гипса или покрывало эти образования зеленым налетом железного купороса.

Я помню, как Владимир Иванович обращал наше внимание на то, что купорос — лишь временное образование, что достаточно первого дождя, чтобы смыть растворимые соли, окислить железо, покрыть буро-ржавыми пятнами прекрасные раковины аммонита. Он учил нас понимать, что минерал не есть что-то мертвое, постоянное, неизменное. Мы учились понимать историю минерала: его образование из железного колчедана, его гибель в струйках воды, его превращение в новые соединения. Мы учились по-новому смотреть на окружающую нас природу, понимать, что каждый камень связан с природой тысячами нитей, которые тянулись не только к каплям дождя, не только к остаткам древних раковин, но и к современной жизни, к органическим растворам поверхности и к деятельности самого человека»[1].

Вспоминая годы своей преподавательской деятельности, сам В. И. Вернадский писал следующее:

«Было время, еще недавно — в конце прошлого века,— когда кафедры минералогии почти всех наших высших школ, за исключением Горного института, тогда единственного, были заняты геологами. Они преподавали минералогию, но научно работали в области геологии.

Лишь с поколения профессоров, к которому принадлежу я, с начала 1890-х годов, произошло коренное изменение, и к 1917 году мы видим в России резко иную картину. Количество кафедр минералогии и ученых минералогов, их занимающих, было в нашей стране в это время наибольшим в Европе...»[2].

«Работа развивалась в Москве, но начало ее, мне кажется, было положено здесь, в тогдашнем Петербурге, и было связано с работой мысли моего учителя проф. В. В. Докучаева, с созданием здесь того нового течения в почвоведении, которое носит часто название «русского почвоведения». Докучаев ярко выдвигал и в своих лекциях и в окружающей его молодой среде проблемы генезиса минералов»[3].

«В Московском университете на первое место в преподавании и в научной работе была выдвинута история минералов, а не система минералов. Это неизбежно привело к выделению из минералогии геохимии, к развитию минералогии осадочных пород и к новому охвату учения о полезных ископаемых»[4].

Задачи, которые ставил перед собой В. И. Вернадский, выходили далеко за пределы простого преподавания минералогии. Он считал необходимым выяснить картину распространения минералов на территории России и сопредельных стран. Следствием этого были его частые поездки за границу, организация экскурсий по России, внимательное изучение богатой коллекции Минералогического музея и ознакомление с огромным литературным материалом.

В. И. Вернадский изучил много разнообразных месторождений на Урале и Кавказе, в Крыму и на Украине, а также ряд интересных минеральных образований за рубежом.

С 1903 г. В. И. Вернадский приступил к большому труду «Опыт описательной минералогии», в котором дал описание минералов с указанием всех

[1] А. Ферсман. Мои путешествия, стр. 22.
[2] В. И. Вернадский. Задачи минералогии..., стр. 36.
[3] Там же, стр. 37.
[4] Там же, стр. 38.

точек их нахождения в России. Вышли из печати только два тома: один, содержащий самородные элементы, другой — сернистые соединения; последний том не был написан, так как В. И. Вернадский пришел к выводу, что одному человеку такой труд не по силам.

Как ученик В.В.Докучаева, В.И.Вернадский начал полевые исследования с изучения почв Нижегородской и Полтавской губерний. Причем он обратил особое внимание на роль живых организмов в процессе почвообразования и минералообразования. Детальное изучение почвообразующей деятельности организмов и их роли в концентрации ряда редких и рассеянных элементов привело к созданию Вернадским нового биохимического направления в науке.

С первых лет работы в области минералогии В. И. Вернадский заинтересовался алюмосиликатами и их строением, так как соединения кремния, алюминия и кислорода составляют, по существу, основные компоненты всей земной коры.

В 1888 г. он начал опыты по синтезу глинозема с кремнеземом, причем задачу синтеза видел не просто в получении определенных минералов, а в «выяснении их химической структуры». Путем сплавления окислов алюминия и кремния ему удалось впервые получить минерал силлиманит. Он обратил внимание на роль глинозема в силикатах и в результате длительной работы по пересмотру всех природных силикатов, содержащих алюминий, и изучению их взаимодействия со щелочами и кислотами пришел к выводу о кислотном характере глинозема в них. Отсюда следовало, что силлиманит является не алюминиевой солью кремневой кислоты, а комплексным ангидридом. До этого алюминий в силикатах рассматривался обычно как металл, заместивший водород в соответствующей кремневой кислоте. Вернадский указал на существенные различия между некоторыми сложными силикатами, содержащими алюминий. Он рассматривал их как химические соединения комплексного характера — алюмосиликаты и различал среди них ангидриды, гидраты и соли.

Так, В. И. Вернадский пришел к заключению о существовании различия между атомами алюминия и кремния, входящими в алюмосиликаты каолинового типа и в хлориты. Отсюда он сделал вывод, что в силикатах и алюмосиликатах мы должны встретиться с явлениями изомерии, т. е. с существованием одинаковых по стехиометрической формуле соединений, химически различных в зависимости от места, занимаемого каким-нибудь элементом в структурной формуле соединения.

Идеи В.И. Вернадского о роли алюминия в силикатах, как и классификация силикатов, были освещены им в отдельных статьях, а также в курсе минералогии, впервые изданном для студентов-медиков в 1891 г. и потом несколько раз переиздававшемся. Более подробный курс лекций по минералогии для естественников был опубликован впервые в 1899 г. и послужил основой для позднейших курсов.

Свои взгляды на минералогию, как на химию земной коры, и ее задачи Вернадский наиболее полно изложил в «Истории минералов земной коры» (1925—1927). Вдумчивый естествоиспытатель, он пытался охватить все химические процессы, происходящие в земной коре, связывая минералообразование с солнечной энергией, с энергией растительного и животного мира, а также с радиоактивными процессами. Он детально рассматривал земные оболочки, в которых происходит минералообразование, указывая вместе с тем на распространенность в них различных химических элементов. Последние он разбил по распространенности на 10 групп (по весовому процентному содержанию).

Он обратил внимание на то, что в общем числе минералов (около 3000) в природе в больших количествах встречается только 200—250 минералов, и объяснил это однообразием природных химических реакций. Он считал,

что эти реакции возобновляются под действием внешних сил и носят характер устойчивых равновесий.

Огромное внимание он уделял не столько отдельным минералам, сколько характерным чертам их природных ассоциаций. Согласно его определению, «*минеральной ассоциацией* называется совместное нахождение минералов в природе в одном и том же минеральном теле... Все минеральные ассоциации, известные для какого-нибудь минерала или химического элемента, составляют его *парагенезис*»[1]. Например, свинцовый блеск почти всегда встречается вместе с цинковой обманкой и серным колчеданом и т. п.

Он указал, что определение парагенезиса минерала, возможно точное и полное, является основной работой в выяснении химии земной коры. Оно налагает свою печать на всю работу и все достижения минералогии. «...Успехи минералогии заключаются в нахождении закономерностей парагенезиса, причин, вызывающих нахождение тех или иных минеральных ассоциаций»[2].

В. И. Вернадский положил начало рациональному подходу к вопросам изоморфизма, т. е. к вопросам замещения в минералах одного химического элемента другим.

Минералы, по Вернадскому, могут рассматриваться как неопределенные химические соединения, в которых смешиваются в одном кристалле различные, но строго закономерные сочетания химических элементов или изоморфные смеси. Сама способность химических элементов к изоморфному замещению меняется в зависимости от температуры и давления, при которых шло образование минералов. Вернадский выделил 20 таких природных изоморфных рядов, которые, по его словам, позволяют предвидеть химический состав неопределенных химических соединений.

«Толкование данных анализа, которое идет этим путем, иногда является трудным и сложным — но в огромном большинстве случаев изоморфные ряды позволяют нам разобраться в составе минерала»[3].

Исключительно интересно отношение Вернадского к кристаллографии, которой он много занимался в первые годы своей преподавательской деятельности. Он отмечал, что в прежнее время кристаллография являлась частью минералогии, но затем она стала ближе к физике, а именно к той ее ветви, которая занимается вопросами твердого состояния материи.

По этому поводу в статье о задачах минералогии в нашей стране он писал:

«Раз кристаллография отходила к физике — минералогия становилась химией земной коры, или химией Земли.

Логически казалось все ясным. Но наша логика никогда не отвечает сложности природных явлений и на всяком шагу ход развития научного мышления разбивает логические построения современников.

...Так случилось и здесь. В конце концов кристаллография не отделилась от минералогии, но охватила ее по-новому, проникла в ее самые основные построения, коренным образом их изменила. Химически выведенные формулы минералов оказались представлениями кристаллографическими. Сила химического сродства оказалась силой кристаллического, т. е. векториального сцепления.

...Работа минералогов к началу XX века привела к одному из величайших научных построений — к точной научной теории строения кристаллов... Е. С. Федоров был тот человек, который логическим путем и математическим творчеством, числом и мерой, начертал распределение атомов

[1] В. И. Вернадский. История минералов земной коры, т. 1, вып. 1. Л., 1925, стр. 159.
[2] Там же, стр. 161.
[3] Там же, стр. 197.

в кристаллах и в частности в минералах за тридцать два года до того, когда был открыт способ опытной установки распределения атомов в пространстве... Можно сказать, что вся новая минералогия построена на его обобщении»[1].

Так оценил Владимир Иванович Вернадский новое течение в минералогии, которое вновь вышло за пределы этой науки и привело к рождению кристаллохимии.

В. И. Вернадский всегда считал, что успех работы минералога неразрывно связан с практикой. Он говорил, что горное дело и изыскание полезных ископаемых являются той областью, откуда минералог всегда черпает главный материал для своей научной работы. Неотложной и важной задачей всего процесса знания является, по мнению В. И. Вернадского, систематическое использование для научной работы опыта и труда рудокопа.

Говоря о роли полезных ископаемых в нашей хозяйственной жизни, В. И. Вернадский отмечал, что «жизнь требует сейчас более широкой базы для изучения полезных ископаемых. Ее создать необходимо теперь же, так как дело идет об одной из величайших потенциальных сил нашей страны. Их изучение не может вестись ни одними геологами, ни одними минералогами; нужна работа и тех и других, а в равной мере и химиков»[2].

Итак, мы видим, что в основе советской минералогии лежат направления двух ведущих школ, возглавлявшихся крупнейшими русскими учеными — В. И. Вернадским и Е. С. Федоровым. Наследие этих школ целиком воспринято советскими учеными. Взаимодействие обоих направлений, химико-генетического и кристаллохимического, их дальнейшее развитие на базе огромного фактического материала, накопленного советской практикой, составляют характерную особенность развития отечественной минералогии. Она теснейшим образом связана с практической жизнью, обслуживая, с одной стороны, запросы геолого-разведочной службы, с другой — требования технологии минерального сырья и металлургии.

Советские ученые, развивающие минералогию в тесном взаимодействии с другими науками, всегда помнят заветы В. И. Вернадского, учившего, что «тот народ, который сумеет возможно полно, возможно быстро, возможно совершенно овладеть новым открывающимся в человеческой жизни знанием, совершенно развить и приложить его к своей жизни,— получит ту мощь, достижение которой и направление которой на общее благо является основной задачей всякой разумной государственной политики»[3].

[1] В. И. Вернадский. Задачи минералогии..., стр. 27—31.
[2] Там же, стр. 39—40.
[3] Там же, стр. 26.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Г. В. НИКОЛЬСКИЙ

СВЕДЕНИЯ ПО ЭКОЛОГИИ ЖИВОТНЫХ В ИНДИЙСКОМ ЭПОСЕ «МАХАБХАРАТА» И «РАМАЯНА»

Детальное изучение истории биологии, в частности экологии, при поисках ее корней неминуемо приводит на восток — в Индию и Китай. От господствовавшего на западе мнения, что культурные народы восточной Азии, индусы и китайцы, мало способствовали развитию биологии, сейчас безусловно нужно отказаться.

Установлено, что сведения, проникавшие из Индии, а возможно и из Китая, несомненно сыграли роль в развитии науки в древней Греции. Об этом можно судить и по тому, что некоторые европейские названия животных оказываются близкими к их названиям на древних южноиндийских языках. Упоминание о домашних слонах мы находим у древнегреческих авторов, а в Грецию эти сведения могли проникнуть только из Индии, а не из Африки[1].

Как показал Л. С. Берг[2], корни названий некоторых рыб очень древни и общи народам Европы и Южной Азии. Например, у сиамцев рыба — пла, у тюрков рыба — балык, у германцев лещ — блей, плотва — плётце и т. д.

Как установили индийские исследователи, многие древнеиндийские ученые: Чарака (Charaka), Прастапада (Prastapada), Сусрута (Susruta) и др., не только хорошо знали внешний вид и строение многих животных, но и сделали ряд существенных обобщений. Задолго до Аристотеля (считается, что Сусрута, например, жил в VI в. до н. э.) они заложили основы экологии животных, а возможно и биологии в целом.

Я должен, однако, оговориться, что при современном уровне знаний по истории биологии мы еще не можем судить о том, какой вклад в развитие биологии на первых этапах ее становления внесли китайские исследователи. Как можно судить по материалам, опубликованным в западноевропейской и отечественной литературе, работы китайских исследователей несомненно значительны, но пока мы знаем о них очень мало. Мне думается, я не ошибусь, если отмечу, что биологи ждут от своих китайских коллег широкой информации о роли их соотечественников в развитии биологии с целью установления правильного представления об истории нашей науки.

Как сочинения Аристотеля несомненно содержали не только результаты его личных наблюдений, но были синтезом представлений, господствовавших в народе и литературе, так и в произведениях индийских ученых отразились знания об образе жизни животных, распространенные среди индийцев.

[1] На эти факты мое внимание обратил М. А. Дьяков.

[2] Л. С. Берг. Названия рыб и этнические взаимоотношения славян. «Советская этнография»,..., № 2.

Близкое повседневное общение с природой и выработанная вследствие этого наблюдательность в значительной мере определили то, что в эпосе всех народов мы находим очень точные описания явлений природы и часто правильные попытки их осмысления. Это относится к «Илиаде» и «Одиссее», к «Калевале», к «Слову о полку Игореве» и ко многим другим произведениям народного творчества. Особенно это справедливо в отношении замечательных произведений индийского народа «Махабхарата» и «Рамаяна», которые сыграли огромную роль в культурном развитии Индии и «глубоко запечатлелись в сознании народа, обогащая и расширяя его»[1].

Д. Неру говорит: «Я не знаю в какой-либо стране книг, оказавших столь длительное и глубокое влияние на умы масс, как эти два произведения»[2].

Эти произведения оказали несомненное влияние и на взгляды биологов. Они богаты описаниями явлений природы и содержат ряд интересных обобщений, в том числе и в области экологии. По своему характеру эти произведения различны. «Рамаяна» — эпическая поэма, связанная единством стиля, а «Махабхарата» — собрание древних сказаний. Оба произведения в основном сложились еще в добуддийский период, но позднее в них были внесены значительные изменения[3]. В 200-х годах до н. э. — 200-х годах н. э. эти произведения в основном уже оформились[4]. Становление же их началось в VI—V вв. до н. э., а возможно, много раньше. С. Радхакришнан принимает, что основа Махабхараты — Бхарата была написана примерно около 1100 г. до н. э.[5] На русском языке имеется перевод В. И. Кальянова первой книги «Махабхараты»[6] и перевод «Рамаяны» Тулси Даса академика А. П. Баранникова[7]. К сожалению, переводов более ранних изложений «Рамаяны» мы не имеем. «Рамаяна» Тулси Даса написана в XVI в. н. э., т. е. в эпоху индийского средневековья, что, естественно, наложило на нее свой отпечаток, хотя герои поэмы, число глав, представления о явлениях природы и ряд деталей в «Рамаяне» Тулси Даса основываются на «Рамаяне» древнеиндийского поэта Валмики[8]. Тексты «Махабхараты» и «Рамаяны» цитируются нами по указанным русским переводам. Уже первое знакомство с текстами этих произведений заставило меня обратить внимание на богатство сведений по экологии животных и на наличие ряда существенных обобщений в этой области.

Задачей настоящей работы я и поставил рассмотрение биологического материала, содержащегося в этих произведениях индийского эпоса. Эти сведения и обобщения несомненно сыграли большую роль в развитии биологии в Индии и важны для понимания истории биологии в целом.

В мою задачу не входит анализ философских взглядов, высказанных в «Махабхарате» и «Рамаяне». В отношении «Рамаяны» это сделано академиком

[1] Д. Неру. Открытие Индии, 1955, стр. 67.

[2] Там же, стр. 101.

[3] См. там же, стр. 108.

[4] См. S. L. Hora. Fish in the Ramayana. «Journ. Asiat. Soc. Bengal», v. XVIII, 1952, № 2.

[5] См. А. П. Баранников. Послесловие к Махабхарате. «Махабхарата», 1950; С Радхакришнан. Индийская философия, М., 1956, т. 1, стр. 408.

[6] Махабхарата. Пер. В. И. Кальянова, под ред. акад. А. П. Баранникова. М., Изд-во АН СССР, 1950.

[7] Тулси Дас. Рамаяна. Пер. акад. А. П. Баранникова. М., Изд-во АН СССР, 1948.

[8] А. П. Баранников. Тулси Дас и его «Рамаяна». М., Изд-во АН СССР, 1948.

А. П. Баранниковым. Мне хочется только отметить, что хотя в основе представлений, развиваемых и в «Махабхарате» и в «Рамаяне», лежат идеалистические воззрения, но близкое общение с природой неминуемо приводит к тому, что и в «Махабхарате» и в «Рамаяне» имеется также много материалистических положений. В частности, как указывают Чаттерджи и Датта[1], в «Махабхарате» довольно много материалистических высказываний вложено в уста Брихаспати.

Эту работу я начал еще в 1948 г. в связи с исследованиями по истории ихтиологии, но недостаток времени не позволил мне ее быстро окончить. Значительную помощь мне оказал индийский коллега д-р С. Л. Гора (Hora S. L. Calcutta), благодаря любезности которого я получил ряд работ по истории биологии Индии. Я благодарен также доктору исторических наук А. М. Дьякову, просмотревшему рукопись и сделавшему ряд ценных замечаний, которые помогли мне в работе, и некоторым другим лицам.

Как я уже говорил, экологические данные, содержащиеся в «Махабхарате» и «Рамаяне», весьма обильны и разнообразны. Как правильно отмечает академик А. П. Баранников[2], «Рамаяна» существенно отличается от древних эпических произведений других народов, в первую очередь мусульманского востока, значительно бо́льшим разнообразием описываемых явлений природы и бо́льшим числом упоминающихся видов животных и растений (то же можно сказать и о «Махабхарате»).

Кроме того, следует отметить, что и в «Махабхарате» и в «Рамаяне» даются видовые определения животных, в то время как в эпосе других народов обычно упоминаются лишь группы (змея, утка и др.).

Это с несомненностью указывает на хорошее знание природы древнеиндийскими писателями, а следовательно, и народом. В то время как в арабских и греческих сказаниях количество упоминаемых видов животных обычно не больше десятка, в «Рамаяне», например, их число превышает пятьдесят.

В «Махабхарате» и «Рамаяне» упоминаются следующие виды животных.

Млекопитающие

Копытные — слон, кабан, свинья, олень, лань, антилопа, газель, корова, буйвол (Мах., 571)[3], овца, лошадь, осел.

Хищные — лев, тигр, медведь, шакал, собака, ихневмон (Рам., 353), гиена (Мах., 571).

Грызуны — заяц, крыса, мышь.

Насекомоядные — землеройка (Рам., 434).

Рукокрылые — летучая мышь (Рам.).

Китообразные — киты.

Птицы

Хищные — орел, коршун, змееед, сокол.

Водоплавающие — лебедь, гусь, казарка, утка.

Прочие —ворон, голубь, сойка, горлица, кукушка, трясогузка, дрозд, павлин, куропатка, перепел, сова, кулик, цапля, журавль и многие другие.

Пресмыкающиеся

Змеи ядовитые, например кобра, и неядовитые, черепахи, крокодилы.

[1] С. Чаттерджи и Д. Датта. Введение в индийскую философию. М., 1955, стр. 59.

[2] А. П. Баранников. Указ. соч.

[3] Здесь и в дальнейшем мы принимаем следующие условные обозначения: Мах.— «Махабхарата», Рам.— «Рамаяна»; цифры обозначают номера страниц.

Земноводные

Жаба, лягушка.

Рыбы

Сом, карповые[1].

Насекомые

Саранча, бабочка, пчела, муравей, кузнечик, «червяк»— личинка насекомого.

А также некоторые другие животные.

Конечно, не во всех случаях сейчас можно установить, о каком виде идет речь. Часто для установления видовой принадлежности необходимо проведение значительной исследовательской работы, которая доступна в первую очередь индийским ученым. В этом отношении несомненный интерес представляет работа Гора, в которой устанавливается видовая принадлежность рыб, упоминаемых в «Рамаяне». Однако приведенный перечень с достаточной ясностью показывает, что древние индийцы хорошо знали животный мир своей страны.

Кроме фаунистических материалов, мы находим обильные сведения и об образе жизни отдельных видов, их местообитании, пище, размножении, врагах. Обычно эти сведения приводятся в виде сравнения с соответствующим действием человека, например:

«Муравьи охраняют свои яйца, не уничтожают их,— как же ты, будучи знатоком закона, можешь не содержать своего сына?» (Мах., 207).

«И двое детей моих малолетних, лишившись меня и тебя, погибнут несомненно, как две рыбки — без воды» (Мах., 411).

«Они окликали друг друга, как два слона в период течки» (Мах., 480).

Такие же сравнения имеются и в «Рамаяне».

«За брата милого в тревоге Рамачандра день и ночь,
Как сердце черепахи, если от яиц отгонят прочь» (Рам., 404).

«Пришел в сметенье, как змея, вдруг камень дивный потеряв!» (Рам., 460).

Надо отметить, что в «Рамаяне» Тулси Даса образных сравнений гораздо больше, чем в «Махабхарате»,где преобладают прямые описания и наблюдения, часто довольно точно рисующие отдельные черты образа жизни животных.

Большое место и в «Махабхарате» и в «Рамаяне» занимают описания местообитаний животных (лес, река, океан, озеро). Эти описания иногда кратки, иногда довольно подробны, но во всех случаях достаточно четко указывают, где живет зверь, птица или другое животное.

«Много змеиных троп на северном берегу Ганги» (Мах., 52). «Вон сладостно кричат журавли, двигаясь по воде: несомненно здесь есть большое озеро — так я полагаю» (Мах., 391).

Очень красочно дается в «Махабхарате» описание океана.

«И вот увидели они там океан, вместилище вод, изобилующий исполинскими рыбами, которые проглатывают китов, и макарами, полный разнообразных существ, исчисляемых многими тысячами, всегда недоступный из-за страшных [его обитателей], кишащий черепахами и крокодилами. [Это было] вместилище всяческих драгоценных камней... чудесное и превосходное обиталище змей. [Это был] владыка рек... вместилище вод бушующее и чудесное, грозное для существ и благоприятное для бессмертных... Он был мрачен и страшен от рева водяных обитателей, издавал ужасный шум, был исполнен глубокими водоворотами и наводил ужас на все живое. Колеблемый ветром, дующим с его берегов, он вздымался, волнуясь и бушуя. Он,

[1] S. L. Hora. Fish in the Ramayana. «Journ. Asiat. Soc. Bengal», v. XVIII, 1952, № 2.

казалось, плясал кругом, играя волнами вместо рук. Неприступный от волн, вздымавшихся под влиянием прибавления и убавления луны... Он имел дно неизменное, расположенное ниже самого нижнего подземного царства. [Это был] бездонный и безбрежный, обширный и неизмеримый владыка рек. Они увидали, как в великий океан беспрестанно впадали тысячами, как бы перегоняя друг друга, многочисленные великие реки» (Мах., 84—85).

Такие яркие описания различных местообитаний в «Махабхарате» весьма многочисленны.

Не менее красочны подобные описания и в «Рамаяне». Во многих из них дается перечисление различных деревьев, описание грунта, водоемов, животного мира. Вот как рисуется в «Рамаяне» картина леса: «Там лес, чудеснейшие горы, непорочная вода!

В лесах цветут деревья, пышно лотосы на всех прудах,
И пьяные жужжат там пчелы: выпили весь сок в цветах.
В лесу прекрасном птицы, звери подняли великий шум» (Рам., 475).

«Суров и дик, ведь лес далекий, нагоняет на всех страх.
В лесу ужасный зной и холод; дождь и ветры в тех местах,
Шипы и куша на дорогах, острых множество камней.
. . . . . .
Непроходимые дороги: гор, холмов они полны.
Пещеры, ямы и потоки, много там ручьев и рек;
Все глубоки, непроходимы,— в страхе смотрит человек.
Медведи, тигры там и волки, львы ужасные, слоны!
Теряешь мужество, коль слышишь: рева их леса полны» (Рам., 439).

Бросаются в глаза довольно частые упоминания львов. Как известно, в настоящее время львы встречаются очень редко, только в самой северо-западной части Индии. Возможно, что по этим указаниям можно уточнить прежние ареалы распространения львов и некоторых других животных.

Если суммировать все описания местообитаний животных, которые имеются в «Махабхарате» и «Рамаяне», то можно составить довольно отчетливое представление об условиях жизни животного мира тех мест, где развертывается действие «Махабхараты» и «Рамаяны».

Много сведений мы находим и об образе жизни животных, их поведении, способах добывания пищи, размножении. Эти сведения иногда довольно подробны, иногда — очень отрывочны: «...похитил меня, кричавшую, будто морская орлица» (Мах., 61). «...Змея, побуждаемая законом времени, крепко вонзила пропитанные ядом зубы в тело беззаботной девушки» (Мах., 64).

Интересно отметить, что в этом высказывании фигурируют ядовитые зубы, а не жало змеи, как в эпосе других народов. «Уничтожающий лианы (речь идет о сухом ветре.— *Г. И.*) и уничтожающий росу в большом лесу из сухих деревьев, не должен сжечь обитающих в дуплах» (Мах., 382).

Весьма интересно приведенное в «Махабхарате» подробное описание поведения различных животных во время лесного пожара (Мах., 566—579). Например, трясогузка — шарингак, спасаясь от пожара, прячет своих птенцов в нору мыши, которую унес ястреб.

«Вот мышиная нора в земле вблизи этого дерева. Полезайте скорее туда... Ту мышь, когда она вышла из этой норы, унес ястреб, схватив несчастную лапами; поэтому не будет опасности для вас» (Мах., 577—578).

Много сведений о поведении животных имеется и в «Рамаяне».

«Всего страшатся в этом мире, словно подлые вороны» (Рам., 231).

«Едва лишь звук копыт услышал, вепрь могучий зарычал. Он поднял уши, пораженный, напряженно выжидал» (Рам., 253).

«Жужжат приятно всюду пчелы: опьянил цветочный сок;
Окрашенные ярко птицы все щебечут близ дорог» (Рам., 295).

«Вещает громко чхемакари[1], всем о счастьи говорит,
На дереве прекрасном шьяма[2] слева села и сидит» (Рам., 353).

«Как будто вынутый из речки жалкий и несчастный сом» (Рам., 421).

«Пиявка плавает ведь криво, знай, в воде всегда, хотя б вода и прямо протекала» (Рам., 426).

«И перед тяжкою разлукой впал в смятенье весь народ, Как будто твари водяные, если вся вода уйдет» (Рам., 431).

«Так замирает рыба, если извлекут из речки вдруг» (Рам., 443).

«...всегда в смятенье страшном от заботы,
Словно рыба, что завязла где-нибудь в грязи,
Когда внезапно высыхают воды» (Рам., 554).

В «Махабхарате» и «Рамаяне» обращают на себя внимание сведения о питании и способах охоты у различных животных. Эти сведения иногда очень конкретны, иногда более общи.

«... пучок травы вирана (Andropogon muricatus.— *Г. И.*), который кругом поедается крысой (видимо, Nesokia — *Г. И.*), тайно живущей в этой же яме» (Мах., 72).

«...владыка птиц, голодный, закрыл свой клюв, уничтожая различных пожирателей рыб» (Мах., 91).

«...их разрушает возраст, и коршуны, вороны и насекомые пожирают [их тела]» (Мах., 253).

«...его схватил за ногу могучий крокодил, обитавший в воде» (Мах., 362).

«У нерадивого брахмана жертвенное масло похищают вороны. В пустую пещеру тигра вторгается подлый шакал!» (Мах., 535).

«Откажется ль когда ворона, видя мясо или кровь» (Рам., 125).

«В лесу на перепела, мнилось, страшный сокол налетел» (Рам., 417).

«Иль как бросается вдруг сокол в поле на перепелов» (Рам., 540).

«На лань голодная тигрица смотрит так, когда нашла...» (Рам., 431).

«Теперь в таком я состоянье, как в зубах пчелы червяк» (Рам., 626).

Весьма разнообразные высказывания имеются в «Махабхарате» и «Рамаяне» и по биологии размножения животных. Выше приведены цитаты из «Махабхараты» о заботе о потомстве у муравья, черепахи и трясогузки. Интересно отметить, что в «Махабхарате» (стр. 12) умерщвление беременной антилопы считается грехом. Подобные первые правила охоты и рыболовства мы находим как в Индии, так и в Китае. Попутно укажу, что эти правила уже в виде закона были изданы в Индии еще в 246 г. до н. э.[3]

Весьма интересны изложенные в «Махабхарате» представления об оплодотворении.

«Подобно тому как цветочная пыльца, [попав] в цветок, развивается в плод, точно так же развивается и семя, выпущенное мужчиной. Оно попадает в маточную влагу и, оказавшись в утробе, развивается там. Такие [семена] проникают в деревья и растения, в воду и воздух, в землю и пространство, а также во все существа — четвероногие и двуногие — и таким образом становятся зародышами» (Мах., 253—254).

Высказывания о размножении животных (течка; охрана потомства и др.) имеется и в «Рамаяне». Часть из них была приведена выше.

Большой интерес представляют данные о сезонных явлениях природы и о суточной ритмике в жизни животных. В «Махабхарате» и в «Рамаяне»

[1] Чхемакари — белый коршун.
[2] Шьяма — дрозд — Kittocincla macroura.
[3] S. L. Hora. Knowledge of the ancient Hindus concerning fish and fisheries of India. Fishery Legislation in Asoka's Pillar Edict V (246 B. C.). «Journ. Asiat. Soc. Bengal», v. XVI, 1950, № 1.

не только описываются эти явления, но и делается попытка обобщить имеющиеся факты, установить некоторые закономерности.

«Подобно тому как [в природе] разнообразные признаки обнаруживаются с изменением времен года, так и все те существа [появляются вновь] в начале [следующей] юги. Так вечно вращается в мире это колесо, не имеющее ни начала, ни конца, которое причиняет разрушение всему существующему» (Мах., 10).

Здесь говорится и относительно сезонной смены явлений природы, и кратко излагаются общие представления об историческом развитии органического мира, причем отмечается, что организмы периодически гибнут, сменяясь другими «в начале следующей юги».

Описание сезонных явлений часто дается довольно подробно, иногда подмечаются весьма тонкие детали.

Очень красочно описывается в «Рамаяне» период дождей, имеющий огромное значение в жизни животного мира Индии.

«Дожди здесь проливают тучи, кланяются до земли;
. . . . . .
Разлившись, мелкие речушки могут все смести и смыть.
. . . . . .
Упав на землю, очень грязной стала, посмотри, вода.
. . . . . .
Со всех сторон вливаясь, воды все наполнили пруды.
. . . . . .
Речные воды все стремятся, все впадают в океан.
. . . . . .
Лягушек кваканье прекрасно. Слышится со всех сторон.
. . . . . .
Повсюду множество деревьев в свежей молодой листве.
. . . . . .
Совсем без листьев оказались травы арка[1] и джавас
. . . . . .
И ни одной не видно чаквы[2]; все укрылись от дождя
. . . . . .
Различных тварей изобилье вдруг явилось на земле» (Рам., 660—661)
. . . . . .

В «Рамаяне» указывается, что в период дождей — павас, многие животные становятся значительно более упитанными.

«Лягушки и павлины так повсюду все жиреют в павас, всё благодаря дождям» (Рам., 553).

Так же ярко рисуется в «Рамаяне» и другой период — шарат, следующий за сезоном дождей.

«Дождей пора прошла; за нею дивный наступил шарат
. . . . . .
По всей земле распространился, всюду расцветает кас[3].
. . . . . .
Взошел Агастья[4], на дорогах всюду высохла вода.
. . . . . .

[1] Арка (Colotropis gigantea)— растение, теряющее листья с наступлением периода дождей.
[2] Чаква — красная утка — Casarca ferruginea.
[3] Кас — Saccharum spontaneum.
[4] Агастья — звезда Canopus, видная в Индии со второй половины августа.

Воды полны пруды и реки; чистоту свою блюдут.
. . . . . .
Едва заметно усыхает в реках и прудах вода.
. . . . . .
Вот прилетела трясогузка, зная — наступил шарат.
. . . . . .
Вода повсюду высыхает. Рыбы страха все полны» (Рам., стр. 662).

Тут отмечен и осенний прилет с севера трясогузки, и поведение рыб, а в другом месте — поведение утки.

«Так луны прекраснейшей осенний дивный свет ввергает чакву в страшное волненье» (Рам., 448).

Весна в «Рамаяне» описывается следующим образом:

«Любви желание родилось в мире в каждом сердце вдруг;
Поблизости лиану видя, тянется к ней ветхий сук.
Все реки бурно разлилися, их приемлет океан;
Сливаются пруды, озера: для слиянья знак был дан!
Когда и корни все земные в этом бурном состоянье,
То кто волнение опишет тех, в ком теплится сознанье?
Все звери, птицы, все живое на небе, земле, в воде,
Забыв о времени, шри Каме[1] подчинилося везде,
Всех ослепил тогда шри Мадан[2]. Кто себя сдержать бы мог,
Не различают дня и ночи с самкою своею Кок»[3] (Рам., 198).

Необходимо отметить, что при описании поведения и состояния животного все время подчеркивается связь сезонных изменений в жизни животных с изменениями условий жизни — изменениями водоемов, растительности и т. п.

Находим мы в «Рамаяне» также упоминание и о суточной ритмике в жизни животных.

«И лотосы и чаквы, пчелы, разные породы птиц — все рады окончанью ночи, их восторгу нет границ» (Рам., 311).

Наряду с большим количеством фактических данных об образе жизни животных, в «Махабхарате» и «Рамаяне» уже имеется и ряд экологических обобщений, представляющих несомненный интерес. Так, отмечается, что одни животные стенобионтны и живут в пределах одного местообитания, другие эврибионтны и распространены в разных местах. Например, в «Рамаяне» говорится:

«Всюду может жить ворона, цапля и сова,
Марал[4] же только на Мансароваре» (Рам., 570).

В «Рамаяне» отмечается также, что в одном и том же месте могут жить различные животные, по-разному приспособившиеся к окружающей обстановке.

«Рождаются в сем мире рядом и живут вблизи всегда,
Водясь в воде,так лотос с пьявкой, но не сходны никогда» (Рам., 125).

В «Рамаяне» и особенно подробно в «Махабхарате» излагается легенда о том, как боги, желая получить амриту (нектар) начали пахтать (сбивать) океан (Мах., 78—79; Рам., 238). Это занятие долго не давало результата, пока, наконец, после обильного дождя в океан «...потекли раз-

[1] Шри Кама — бог любви.
[2] Шри Мадан — бог любви.
[3] Кок — селезень.
[4] Видимо, речь идет о лебеде.

нородные выделения из могучих деревьев, а также множество соков трав... Сначала вода океана превратилась в молоко, затем смешалась с превосходнейшими соками и потом уже из молока произошло сбитое масло» (Мах., 79). Здесь в иносказательной форме излагается основная закономерность, определяющая кормность Бенгальского залива и многих прибрежных участков Индийского океана, омывающих берега Индии.

Как известно, в период дождей воды Ганга и других рек Индии выносят в море огромное количество органических веществ и живых организмов, погибающих в соленой воде. «Там различные водяные обитатели, раздавленные великой горою[1], сотнями находили свою гибель в соленой воде» (Мах., 79). За счет этого органического вещества в период дождей развивается в прибрежной зоне богатейший фитопланктон, который служит пищей зоопланктону, главным образом ракообразным. Ракообразными, в свою очередь, питается рыба — служащая объектом интенсивного промысла, обеспечивающего благосостояние населения. Несомненно, что в виде амриты здесь иносказательно изображены те богатства, которые дает прибрежному населению океан и которые создаются за счет «соков трав», выносимых в период дождей реками в океан. Прекращаются дожди, и оскудевают прибрежные воды океана, уходят рыбы, сокращается рыбный промысел, ухудшается жизнь населения. Естественно, что это грандиозное явление природы, имеющее такое большое значение для прибрежного населения, нашло свое отражение в индийском эпосе в виде легенды о пахтании богами океана.

В этой статье я мог рассмотреть лишь небольшую часть сведений по экологии животных, которые содержатся в «Махабхарате» и «Рамаяне». Если их объединить и систематизировать, то получится капитальный труд.

Естественно, что экологические сведения, содержащиеся в этих произведениях, не всегда точны. В ряде случаев конкретные наблюдения перемешаны с фантастикой. Далеко не всегда можно установить, о каком животном идет речь. Однако во многих случаях обращает внимание точность и тонкость сделанных наблюдений, а также глубина подмеченных закономерностей.

Несомненно, что «Махабхарата» и «Рамаяна» не могли не оказать большого влияния на развитие биологической мысли в Индии, а тем самым внесли серьезный вклад в развитие мировой биологии на первых этапах ее истории. Мне хотелось только обратить внимание отечественных исследователей на ценнейший материал по экологии, имеющийся в рассмотренных произведениях.

[1] По легенде, боги использовали гору в качестве пестика.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

М. С. ДУНИН (СССР), ИШТВАН СЕПЕШИ (Венгрия)

ОЧЕРК ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ФИТОПАТОЛОГИИ В ВЕНГРИИ

ВВЕДЕНИЕ

Исторический процесс развития фитопатологии, как и всякой другой науки, зависит не только от развития науки внутри страны, но и от развития науки в других странах. Поэтому, чтобы лучше уяснить своеобразие истории фитопатологии в Венгрии и значение наиболее важных открытий венгерских фитопатологов, иногда намного опережавших научную мысль в других странах Европы и Америки, полезно дать хотя бы самый краткий очерк основных этапов развития этой науки.

Задача фитопатологии, науки о болезнях растений, состоит в разработке методов и средств защиты сельскохозяйственных культур и других полезных растений (лесные древесные породы, кустарники, декоративные насаждения и т. д.) от многочисленных (не менее 30 000!) болезней.

Болезни растений причиняли и причиняют очень большой хозяйственный ущерб, а иной раз вызывают катастрофические последствия для целых государств и даже для групп государств.

В качестве иллюстрации упомянем хотя бы один факт. Говоря о значении различных болезней растений и последствиях массового поражения картофеля в Ирландии в 1847 г. фитофторозом, вызванным паразитическим грибом (Phytophthora infestans de Bary), Энгельс указывает, что это повлекло за собой массовый голод и смерть одного миллиона «питающихся исключительно — или почти исключительно — картофелем ирландцев, а два миллиона заставил эмигрировать за океан!»[1].

Опустошения, причиненные фитофторой картофелеводству в странах Западной Европы, в середине XIX в. значительно усилили интерес к вопросам о причинах заболеваний сельскохозяйственных культур (ржавчина, головня злаков и др.) и мерах борьбы с болезнями растений. Проводилось много важных фитопатологических исследований, в результате чего были открыты возбудители многих болезней, изучены особенности их развития, а также найдены химические средства борьбы с ними и т. д.

Предмет фитопатологии не оставался неизменным; его конкретное содержание существенно изменялось на разных исторических этапах. Однако необходимо заметить, что было бы большой ошибкой представлять эти этапы как простое «хронологическое напластование», где более поздний пласт (этап) хоронит под собой предшествующий. В действительности, предшествующие этапы подчас дают о себе знать самым неожиданным и ощутительным образом.

[1] Ф. Энгельс. Диалектика природы. Партиздат, 1952, стр. 142.

I. ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ИСТОРИИ ФИТОПАТОЛОГИИ

Историю фитопатологии можно разделить на четыре периода. Для каждого из них характерно определенное понимание предмета фитопатологии, причин болезней растений и методов борьбы с этими болезнями.

Для первого периода характерны теургические и антропоморфические представления о причинах и сущности болезней. На протяжении тысячелетий различные народы считали, а кое-где и сейчас считают, болезни проявлениями враждебных человеку сверхъестественных сил. Так, у древних римлян существовал культ бога Рубигоса (Робигос). Его «специальностью» являлось распространение ржавчины растений на полях и в садах людей, почему-либо «неугодных» ему, что нашло отражение даже и в самом имени этого бога (от латинского «robigo»— ржавчина). Чтобы умилостивить «бога ржавчины», римляне учредили приуроченные к 23 апреля «рубигалии»— празднества, во время которых приносились многочисленные и обильные жертвоприношения Рубигосу. Этот древний обычай сохранился до наших дней «на вооружении» служителей католических церквей в Венгрии (а может быть, и в других странах Западной Европы).

Но уже в далекой древности мало-помалу накапливались зачатки рационалистических знаний об условиях произрастания, свойствах растений и возникновении их болезней. Более двух тысяч лет назад выдающийся греческий натуралист и врач Гиппократ (460—377 гг. до н. э.) доказывал, что «все болезнетворные причины, даже так называемые божественные, естественны»[1]. Такие идеи высказывались первоначально по отношению к болезням человека, а затем и для объяснения причин болезней растений.

Характерна удивительная живучесть, долговечность причудливых сочетаний антропоморфических и теургических представлений о происхождении болезней растений. В 1833 г. венский натуралист Ф. Унгер (F. Unger, 1800—1870) выступил с так называемой «теорией экзантем» (т. е. сыпей, эксудатов)[2]. По этой теории, болезни растений, подобно болезням человека, представляют собой не что иное, как результат «порчи соков». Вследствие этой «порчи», обусловленной причинами естественными и сверхъестественными, на больных растениях самопроизвольно зарождаются в виде своеобразных экзантем другие виды растений: ржавчинные, головневые и иные грибы и даже такие цветковые растения, как заразиха, омела и т. д. Таким образом, паразитические растения, являющиеся возбудителями болезней растений, считались следствием заболеваний. Теория экзантем, направлявшая внимание натуралистов-исследователей и практиков по ложному пути, получила широкое распространение в ряде западноевропейских стран, в том числе и в Венгрии.

Второй период в развитии фитопатологии — микологический — характеризуется обоснованием новой концепции, по которой, вопреки теории экзантем, грибы являются не следствиями, а причинами болезней растений. Уже во второй половине XVIII в. замечательными опытами агронома А. Т. Болотова в России, фермера Тиллета во Франции, аббата Феличе Фонтана в Италии, натуралиста Яна Фабрициуса в Дании и другими практиками и исследователями была подмечена и доказана опытами «контагиозность» (заразность) многих болезней растений, например ржавчины и головни хлебных злаков. Однако решающий перелом во взглядах широких кругов натуралистов, а затем и практиков наступил в результате открытий, сделанных выдающимся германским микологом и фитопатологом (французом

[1] Гиппократ. О воздухах, водах и местностях. Избранные книги. Пер. проф. В. И. Руднева. М., Биомедгиз, 1936, стр. 278—279.

[2] F. Unger. Exantheme der Pflanzen und einige mit diesen verwandte Krankheiten der Gewächse. Wien, 1833.

по происхождению) Антоном де Бари (A. de Bary, 1831—1888) и работавшим вместе с ним в многолетнем творческом содружестве русским микологом и фитопатологом, сделавшим ряд крупнейших открытий, М. С. Ворониным (1838—1903), а также их многочисленными учениками и последователями. В начале второй половины XIX в., в то самое время, когда Пастер доказал невозможность самозарождения микробов в мертвых жидкостях, содержащих органические вещества, де Бари, применяя исторический метод исследования в сочетании с экспериментальным методом искусственного заражения растений, доказал невозможность самозарождения паразитных грибов в организмах растений. Одновременно де Бари выяснил роль грибов в качестве возбудителей таких болезней растений, как головня хлебных злаков, ржавчина злаков и бобовых, ложная мучнистая роса растений и др. С этого времени фитопатология стала развиваться на экспериментальной основе. Фитопатогенные грибы, их строение, особенности развития, классификация на этом этапе развития фитопатологии являлись главным и зачастую даже единственным предметом фитопатологических исследований. Больные растения были как бы забыты, отодвинуты на дальний план.

Третий период — становление фитопатологии как комплексной дисциплины и как системы научных дисциплин. В конце XIX — начале XX в. расширялись посевные площади, сортимент сельскохозяйственных культур, совершенствовались методы их возделывания. Вместе с тем усиливались стимулы увеличения товарности земледелия и острее вставали вопросы о борьбе с болезнями растений. С другой стороны, распространение и упрочение дарвинизма и усовершенствование методов и техники биологических исследований позволили открыть тысячи новых видов фитопатогенных грибов и новые большие группы ранее неизвестных возбудителей болезней растений, таких как фитопатогенные бактерии (работы Бурилля, Эрвина, Смита и др.). Особенно велико значение открытия в 90-х годах XIX в. фильтрующихся вирусов и их фитопатогенной (т. е. болезнетворной для растений) роли. Честь открытия главных свойств вирусов принадлежит русскому ученому Д. И. Ивановскому (1864—1920). Это открытие является одним из важнейших событий, обозначивших начало нового этапа и новых направлений развития фитопатологии. Она перестает быть лишь «ветвью микологии» и становится комплексной наукой. Существенно изменяется предмет, задачи и методы фитопатологии как науки не только о грибных, но и о бактериальных, вирусных, гельминтозных, о неинфекционных болезнях растений и о разнообразных, главным образом химических методах и средствах борьбы с этими болезнями. К этому периоду относится открытие таких фунгицидов, как формалин и бордосская жидкость, которые и поныне играют очень важную роль в борьбе с инфекционными болезнями растений.

Со второго десятилетия XX в. в наиболее развитых капиталистических странах — Германии, Англии, США — быстрое увеличение потребности в сельскохозяйственном сырье и рост химической и машиностроительной промышленности в большой мере способствовали развитию исследований, а также производства и применения химических средств и механизации работ по борьбе с болезнями полезных растений. Так было положено начало становлению специальных дисциплин — учения о химических средствах и о механизации применения их для защиты растений от болезней.

В эту пору получило развитие также и экологическое направление в фитопатологии. С течением времени все более выяснялись взаимосвязи между растением, возбудителем болезни, условиями среды и возникновением, развитием и распространением болезней. Так, германский фитопатолог К. Мюллер обнаружил зависимость инкубационного периода ложной мучнистой росы (мильдью) виноградной лозы от температуры и влажности

воздуха. Такими работами было положено начало эпифитотиологии, изучающей закономерности массового распространения и развития болезней растений (эпифитотий). Вместе с тем на той же основе создавалась возможность составления прогнозов развития некоторых инфекционных болезней, таких как мильдью виноградной лозы, фитофтороз картофеля, ржавчина хлебных злаков, парша яблони и груши (работы Э. Эвердингена, К. С. Степанова, Н. А. Наумовой и др.). Руководствуясь такими прогнозами, в ряде случаев оказалось возможным более своевременно и более успешно применять химические средства борьбы с этими болезнями.

В конце XIX и особенно в XX в. исследователи стали уделять все больше внимания проблеме иммунитета растений к инфекционным болезням. В этой области развития фитопатологии большое значение имеет разработанная И. И. Мечниковым общебиологическая концепция иммунитета организмов к инфекции (антиинфекционный иммунитет), к токсинам (антитоксический иммунитет) и к другим болезнетворным воздействиям на человека, животных и растения.

Творчески развивая основные положения дарвинизма, Мечников изучал иммунитет организмов, как проявления их приспособительных свойств по отношению к болезнетворным воздействиям. Однако идеи Мечникова в области фитопатологии длительное время игнорировались большинством фитоиммунологов, изучавших многочисленные частные факторы иммунитета растений (особенности строения растений-хозяев, кислотность их клеточного сока, пигменты, роль белков, сахара, ферментов и т. д.). К тому же эти факторы, как правило, исследовались в их статике, а не в развитии и взаимодействии.

В области изучения фитопатогенных грибов большое значение имеют выполненные главным образом в конце XIX и в первой половине XX в. исследования полового процесса, морфологического и биологического разнообразия типов полового и бесполого размножения, чередования диплоидной и гаплоидной фаз, разнохозяйности и специализации паразитических грибов, их изменчивости и естественной и искусственной гибридизации (классические работы де Бари и Брефельда в Германии, М. С. Воронина, С. Г. Навашина, В. А. Траншеля, Л. И. Курсанова в России и в СССР, Эриксона в Швеции, Стэкмена, Крэгги, Кристенсена в США и Канаде и др.).

В этот же период в ряде стран велись работы по изучению открытых Д. И. Ивановским вирусных болезней растений и свойств фитопатогенных вирусов. Выдающееся значение не только для фитопатологии, но и для всей биологии имеет открытие, сделанное американским вирусологом и биохимиком Стенлеем (Stanley). Он впервые получил in vitro кристаллический вирусный белок, обладающий патогенностью и способностью к размножению (к саморепродукции) только в живых клетках восприимчивых растений, и гигантскими размерами вирусных частиц (их молекулярный вес в 500 000—1 000 000 раз превышает вес молекулы кислорода). Своеобразие объектов и методов вирусологических исследований и общебиологическое значение полученных результатов определили становление и дальнейшее развитие новой дисциплины — вирусологии в тесном взаимодействии с соответствующими отраслями медицины, ветеринарии, биохимии и физики. Так, в результате развития различных отраслей фитопатологии она постепенно приобретала все более комплексное построение. С течением времени и особенно со второй четверти XX столетия количественный рост и развитие ряда наиболее важных разделов обусловили становление фитопатологии как системы научных дисциплин.

В этой системе самостоятельное значение приобрели такие дисциплины, как общая патология растений, частная сельскохозяйственная фитопатология, лесная фитопатология, патология декоративных растений, фитоиммунология, учение о химических средствах и методах защиты растений от болезней.

Четвертый этап развития фитопатологии начался во второй четверти XX в. в Советском Союзе, где фитопатология стала перестраиваться и развиваться на методологической основе диалектического материализма.

В научно-производственной работе в СССР, в системе фитопатологического познания и практики основное значение имеют такие принципы, как единство организма и среды, адекватность и при определенных условиях наследственный характер изменений растений и возбудителей их болезней под влиянием внешних воздействий, стадийность развития и жизненность растений и фитопатогенных организмов. Знание частных и общих закономерностей патогенеза, т. е. возникновения, развития и исхода болезни, закономерностей развития эпифитотий и сопряженных болезней (когда одна болезнь создает предпосылки для развития других), закономерностей иммунитета растений, в связи с успехами в области химии и машиностроения, дают новые возможности оздоровления сельскохозяйственных культур и других полезных растений. Предмет современной фитопатологии в СССР, ее общие и частные задачи, методы и средства характеризуются также и следующей принципиально новой чертой.

В противоположность капиталистическому хозяйству, где обычно применяются отдельные более или менее разрозненные приемы и средства защиты растений от болезней, в Советском Союзе исследователи и практики совместно разрабатывают комплексные системы защитных мероприятий (селекционно-семеноводческих, агротехнических, химических, карантинных, общих фитосанитарных, механизации фитопатологических работ и т. д.). Применение таких систем в условиях планового сельскохозяйственного производства СССР не только обеспечивает наиболее эффективную защиту от болезней данной культуры или группы родственных культур (например хлебные злаки, технические, плодовые и другие культуры), но и позволяет поставить в качестве реальных очередных задач полную ликвидацию хозяйственного ущерба от наиболее изученных вредоносных болезней растений.

Таковы в самых кратких чертах основные этапы и особенности общего исторического процесса развития фитопатологии. На фоне этого общего процесса и во взаимодействии с ним развитие фитопатологических знаний и практики в Венгрии шло подчас весьма своеобразными путями.

II. ПЕРЕЖИТКИ ТЕУРГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ О БОЛЕЗНЯХ РАСТЕНИЙ В ВЕНГРИИ

Вскоре после поселения далеких предков венгерского народа на территории современной Венгрии отмечены налеты саранчи или же опустошительные эпифитотии ржавчины хлебных злаков, которые вызывали массовый голод и бедствия во всей стране (1084—1242 гг.). Эти бедствия воспринимались народом как проявления божьего гнева. Единственное средство защиты от повторения таких бедствий в то время видели в божьей милости. Так, по установлениям римской церкви на протяжении ряда столетий справлялся праздник «освящения посевов», своеобразный пережиток римских «рубигалий». Этот католический праздник (25 апреля), который и календарно почти совпадал с древнеримскими языческими «рубигалиями» (23 апреля), отмечался выходом на поля, где читались молитвы всемогущему «вечному богу». Люди просили бога послать на землю ангелов для защиты урожая от вредителей и прочих напастей.

При ознакомлении со старинными венгерскими песнями о защите урожая от болезней и вредителей обращает на себя внимание тот факт, что уже в этих древних религиозных песнях-молитвах, сложенных на старом венгерском языке, особый термин «радья» (Ragya) фигурирует наряду с такими грозными понятиями, как град и ураган.

Слово «радья» или «родья» до сих пор используется для обозначения различных болезней растений и человека: ложной мучнистой росы (мильдью) виноградной лозы, некоторых болезней клубней картофеля и следов оспы на человеческом лице. В средние же века это слово имело более широкое значение — болезнь, заболевание.

III. ЗАЧАТКИ ЗНАНИЙ О РЖАВЧИНЕ, ГОЛОВНЕ И ПЛОДОВОЙ ГНИЛИ

Ржавчина (повидимому, главным образом бурая ржавчина пшеницы)— эта извечная и весьма вредоносная болезнь зерновых хлебов на полях венгерских земледельцев — в средние века порою распространялась настолько, что принимала характер массовых эпифитотий. Паразитические грибы — возбудители различных видов ржавчины этих культур — размножались в таком количестве, что при сильных ветрах в конце созревания хлебов или же во время уборки и обмолота урожая поднимались «красные облака», состоящие из неисчислимых масс спор ржавчинных грибов. Эти ржавчинные облака знаменовали большие потери урожая, и, следовательно, голод.

Среди старинных памятников венгерской письменности, относящихся к XV в., две книги («Bécsi Codex», 1436—1439 гг. и «Apot Codex», вторая половина XV в.) содержат упоминания о саранче и о болезнях растений. Так, в последней из названных книг говорится о том, что бог «дал их [земледельцев] работу саранче, их фрукты — родье», т. е. болезни, которая нередко уничтожала урожай плодовых культур, издавна и в больших размерах возделывавшихся в Венгрии.

Употреблявшийся сначала в молитвах и религиозных песнях венгерского народа, собирательный термин «радья» (родья) со временем укоренился и в литературных произведениях более позднего времени. Так, в книге иезуита Липпаи Яноша (Lippay János, 1606—1666)[1] содержится описание наиболее характерных симптомов головни и ржавчины растений. Но автор обозначает обе эти болезни одним термином «родья».

Во второй половине XVIII в., вскоре после того как во Франции Тиллет произвел свои знаменитые опыты, которыми была выяснена «контагиозность» твердой головни пшеницы, и незадолго до аналогичных опытов итальянца Феличе Фонтана, в Венгрии профессор земледелия университета в городе Буда священник Митерпахер Лайош (Mitterpacher Lajos, 1734—1814)[2] уже довольно подробно описал симптомы и некоторые особенности развития головни и ржавчины хлебных злаков. Он считал, что ржавчина опасна только для развивающихся растений и что погода и местонахождение посевов оказывают большое влияние на распространение болезни и на степень поражения ею растений. В своих попытках выяснить происхождение и непосредственные причины возникновения ржавчины Митерпахер отводил решающую роль экологическим факторам. Однако выяснить природу головни и ржавчины хлебов Митерпахер еще не мог. Он считал, что ночной холод сжимает растения, а днем, когда температура повышается, объем жидкости в растении увеличивается и разрушает его стенки. Вследствие этого сок вытекает на поверхность растения, портится, буреет. Таким

[1] Lippay János. Posoni kert. Nagyszombat—Bécs. 1664—1667. Здесь, как и во всех других случаях, первое слово означает фамилию, а второе — имя венгерского автора.

[2] Mitterpacher Lajos. Elementa rei rusticae Buda. 1777.

путем, думал он, образуется ржавчина. Отсюда видно, что Митерпахер был близок к идеям, которые более чем через полстолетие (в 1833 г.) изложил Унгер в «теории экзантем».

Нельзя не сказать о том, что Митерпахер уже представлял себе «прилипчивые», контагиозные свойства головни, хотя и не подозревал, что возникновение болезни происходит в результате заражения растений живым паразитным грибом. В книге Митерпахера содержится ясное указание на то, что для защиты зерновых хлебов от головни следует промывать семена в известковой воде или же в какой-либо другой щелочи. Следовательно, уже в середине XVIII в. в Венгрии были известны свойства головневого «контагиума», вызывающего болезнь зерновых хлебов. Попутно небезынтересно отметить, что в ту пору в соседней Румынии были известны примитивные противоголовневые мероприятия, которые сводились к механической очистке поверхности семян путем промывания в чистой воде для удаления болезнетворного «контагиума». В этой стране издавна бытовала отражавшая народные знания и практику формула-поговорка: «Málura din griu se spală la rîu» «Твердая (!) головня пшеницы смывается в реке». Как известно, возбудителей именно этого вида головни можно удалить путем смывания с поверхности семян, чего нельзя сделать в борьбе с пыльной головней. Таким образом, народная поговорка отражает знание этих очень важных различий, выясненных наукой лишь в конце XIX в.

Что же касается Митерпахера, то он рекомендует не только механически удалять болезнетворное начало (контагиум) смыванием, но и уничтожать его активным воздействием сильных щелочей, но так, однако, чтобы не причинить вреда семенам хлебных злаков.

IV. ПАРАЗИТОЛОГИЧЕСКИЕ КОНЦЕПЦИИ В ВЕНГРИИ НА ЗАРЕ РАЗВИТИЯ ФИТОПАТОЛОГИИ

Первоначальные экспериментальные фитопатологические работы и более ранние умозрительные концепции, опубликованные во Франции (исследования Тиллета и микологические работы Персоона), в Италии (работы Феличе Фонтана), в Австрии (Унгеровская теория экзантем), в Дании (выступления натуралиста Яна Фабрициуса) и др., повидимому, сравнительно быстро становились известными в Венгрии и оказывали большое влияние на венгерских натуралистов. Однако венгерские ученые не просто заимствовали новые веяния в зарождавшейся экспериментальной науке о болезнях растений, а включались в активную борьбу вокруг важнейших проблем. Такова, в частности, проблема о паразитической, т. е. ж и в о й природе болезнетворных начал, вызывающих болезни растений.

Как указывалось выше, окончательное установление паразитической природы и патогенной роли грибов, возбудителей болезней растений, следует отнести к середине и даже ко второй половине XIX в. Между тем венгерский натуралист и врач Лумницер Иштван (Lumnitzer István, 1791 г.) уже в конце XVIII в. выступил с паразитологической концепцией[1]. Лумницер считал, что мучнистые грибы являются паразитами цветковых растений. Это обстоятельство интересно тем, что самое понятие о паразитизме, лишь незадолго перед тем появившееся, приобрело биологический смысл после работ итальянского ботаника Микели, опубликованных в 1720 г.

Паразитологическая концепция болезней растений еще более отчетливо и полно была выражена в первой венгерской специально фитопатологической работе — «Руководство по болезням деревьев, по их лечению и по сущности их природы». Она была опубликована врачом Ковачем Анталом

[1] Lumnitzer István. Flora Posoni-ensis, 1791.

(Kovács Antal)[1] задолго до работ Антона де Бари и его учеников и последователей, обозначивших новый (микологический) этап в истории науки. В этой весьма интересной и ценной книге Ковач заявляет, что «к паразитам принадлежат грибы, гниль, омела. Они питаются питательными веществами дерева...» и задерживают его жизненные функции. Ковач указывал также и на то, что фитопатогенные паразиты «передаются и на другие растения» при посредстве ветра и животных.

От внимания Ковача не ускользнуло и то важное обстоятельство, что паразиты в первую очередь появляются на растениях, ослабленных какими-либо другими неблагоприятными воздействиями. Это обобщение сохраняет все свое значение и в современных фитопатологических концепциях о факторах восприимчивости и иммунитета растений по отношению к возбудителям инфекционных болезней.

Но научные знания не распространялись сразу. Об этом свидетельствует очень характерный факт.

Одним из самых известных и просвещенных венгерских земледельцев того времени был Пэтэ Ференц (1762—1832). Он указывал на значение сельскохозяйственной науки и был энергичным пропагандистом передового опыта в земледелии. Но Пэтэ Ференц — выдающийся практик и ученый, автор многих книг — не признавал значения приемов оздоровления семян путем обработки растворами щелочей и других веществ, рекомендовавшихся Митерпахером и другими авторами. С утопающими в воде людьми сравнивает Пэтэ Ференц тех хозяев, которые «семена для посева из какого-то суеверия протравливают в растворе аммиака, медного купороса, арсената, соли, золы и тому подобных химикатах... и так сеют». Но это суждение интересно как ясное указание на то, что земледельцы без знания возбудителя и его особенностей, эмпирически, на основе практики выработали рациональный в своей основе метод влажного протравливания и пользовались целым рядом химикатов для этой цели.

Мнения по этому вопросу были различны. Так, Балажхази Янош (Balásházi János, 1830) в работе «Домашнее и сельское хозяйство»[2] писал, что головня — заразная болезнь, распространяется семенами и поэтому перед посевом семена необходимо опудривать известковой пылью. Жаролань и М. Ференц еще и в 1841 г. в журнале «Gazdasági Tudósitások» («Хозяйственные извещения») упрямо утверждал, что головня вызывается какими-то «червячками».

Характерен и тот факт, что в сельскохозяйственной газете «Nemzeti Gazda» («Национальный хозяин») в 1838 г. начался десятилетний спор о том, является ли головня заразной болезнью или нет, и, в соответствии с этим, необходимо ли протравливание семян. Конец этим спорам был положен упомянутыми выше исследованиями, главным образом А. де Бари и его учениками и последователями, ознаменовавшими второй (микологический) этап развития фитопатологии.

V. ВЛИЯНИЕ НАЦИОНАЛЬНО-ОСВОБОДИТЕЛЬНОГО ДВИЖЕНИЯ И РАЗВИТИЯ КАПИТАЛИСТИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА

Уже в первой половине XIX в. наблюдается большой и все возрастающий интерес к вопросам фитопатологии. Это внимание только отчасти объясняется развитием микологических и фитопатологических работ в соседних с Венгрией странах. В оживлении таких же исследований в Венгрии важнейшую роль играло своеобразное историческое обстоятельство, характерное

[1] Kovács Antal. Utasitás a fák betegségeiröl, gyógyitásáról és a természet mivoltárol. Marosvásáhely, 1806.

[2] Balásházi János. A háztartás és mezei gazdaság, 1830.

для Венгрии первой половины прошлого столетия. Борьба против национального угнетения и габсбургской колонизации вступила в новый этап и привела к революционной национально-освободительной войне за независимость Венгрии (1848—1849 гг.).

Общественное движение не могло не влиять на развитие разных отраслей науки, на представителей этой науки. В 1797 г. был открыт первый сельскохозяйственный институт в г. Кестхей.

По инициативе графа Сеченьи Иштвана была основана Венгерская Академия наук (1825).

Научная литература все чаще пополнялась произведениями, написанными на венгерском языке. В области фитопатологии и микологии этот период характеризуется оживленной работой и более свободным, чем ранее, обменом мнений, хотя эти мнения не всегда базировались на прочной научной основе. Во второй половине прошлого столетия произошли новые хозяйственно-политические изменения. В сельском хозяйстве, так же как и в промышленности, развивался, хотя и медленно, капитализм.

Аграрные отношения при всей их специфичности, обусловленной особенностями исторического развития венгерского государства, невольно напоминают положение, столь характерное для дореволюционной России. В своей работе «Сущность «аграрного вопроса в России»» В. И. Ленин указывал, что и в царско-крепостнической стране, подобно западноевропейским странам, «...несомненно, уже упрочилось и неуклонно развивается столь же капиталистическое устройство земледелия»[1]. Но «фактическое положение громадной массы мелких и мельчайших, большей частью, чересполосных крестьянских «парцелл» (=крохотных участков земли), отличающихся наихудшим качеством почвы... неизбежно ставит их в кабальное отношение к наследственному владельцу латифундии, старому «барину»»[2].

В самом деле, до последних лет существования буржуазно-помещичьей Венгрии ничтожной по численности кучке крупных венгерских помещиков (около 0,1% общего числа землевладельцев) принадлежало 30% всей земли! А на долю мелких хозяйств, составлявших 85% всех земельных хозяйств, приходилось лишь 19,4% обрабатываемой земли. При общей численности населения в начале XX в. около 7 млн., достигшей к 1941 г. 9,3 млн., в Венгрии насчитывалось с членами семей без малого 2 млн. безземельных крестьян и сельскохозяйственных рабочих.

Фитопатологические мероприятия в мелких хозяйствах не только не применялись, но широким массам владельцев карликовых хозяйств они были совсем неизвестны. И только катастрофические опустошения, время от времени причинявшиеся эпифитотиями таких важнейших культур, как пшеница, виноградная лоза, плодовые насаждения и т. д., заставляли задумываться над этим.

Нельзя не отметить и тот факт, что практические возможности активной систематической защиты сельскохозяйственных культур от болезней даже в крупных хозяйствах были весьма ограничены в силу феодальных и капиталистических особенностей производства и государственного строя. Применение защитных мероприятий ограничивалось очень слабым развитием отечественного производства аппаратов и машин, необходимых для применения химических методов борьбы с болезнями растений.

В стране распространились новые болезни и вредители растений, занесенные из других, подчас дальних мест. Быстрое распространение этих болезней и большой вред, причиняемый ими, привлекают внимание практиков и ученых, становятся стимулом для фитопатологических исследований.

[1] В. И. Ленин. Сочинения, изд. 4, т. 18, стр. 57.

[2] Там же, стр. 59.

Так же как и в других странах Европы, в Венгрии большую роль в развитии фитопатологии сыграло появление и распространение фитофтороза картофеля в сороковых годах прошлого века.

Новая картофельная болезнь (1846 г.), причинившая большой ущерб сельскому хозяйству, заставила начать исследования. Вскоре вышло в свет ценное сообщение Тогнио Лайоша (Tognio Lájos) о фитофторозе картофеля[1].

В эти же годы в стране стала распространяться мучнистая роса (оидиум) винограда, о которой в 1853 г. Бугат Пал (Bugát Pál, 1793—1865) докладывал на сессии Венгерской Академии наук и под микроскопом демонстрировал возбудителя болезни — гриб Oidium Tuckeri.

Как было выяснено позднее, этот гриб является конидиальной стадией (стадией бесполого размножения) сумчатого гриба Uncinula necator (Schw.) Burr.

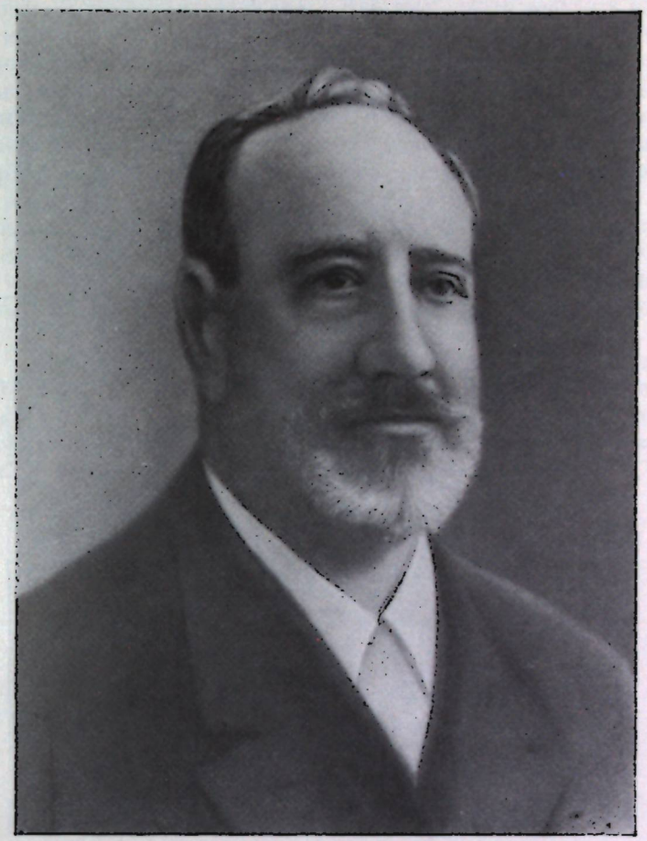
В 1880 г. в Венгрии впервые была обнаружена и другая особенно опасная болезнь виноградной лозы — ложная мучнистая роса или мильдью. Она, так же как и оидиум, была занесена в Западную Европу из Америки и с необычайной быстротой распространилась почти на всех венгерских виноградниках. За два года эта болезнь причинила огромный вред: в некоторых районах массового возделывания винограда пришлось уничтожить эту культуру.

Возбудитель этой болезни гриб Plasmopara viticola (Berk. et Curt) Berl et de Toni и в настоящее время повсеместно распространен в Венгрии. Только путем систематического применения защитных мероприятий, главным образом опрыскивания виноградников бордосской жидкостью, удается в значительной мере снизить ущерб от ложной мучнистой росы виноградной лозы.

VI. ЛИНХАРТ ДЬЕРДЬ И ИШТВАНФИ ДЬЮЛА — ОСНОВОПОЛОЖНИКИ ФИТОПАТОЛОГИИ В ВЕНГРИИ

Во второй четверти XIX в. в Венгрии, так же как и в других странах, время от времени публиковались микологические и фитопатологические наблюдения и опыты, результаты которых противоречили широко распространенным среди населения теургическим и антропоморфическим представлениям о причинах болезней растений и о методах их защиты от заболеваний. Однако эти, иногда и очень смелые, выступления были единичны. Положение изменилось лишь во второй половине XIX в. В значительной мере это связано с творческой деятельностью двух классиков фитопатологии и микологии— А. де Бари и М. С. Воронина. Их деятельность определила не только успешное решение отмеченной выше основной проблемы —изучение болезнетворной (фитопатогенной) роли грибов. Ими были изучены такие важнейшие объекты, как возбудители ржавчины, головни, ложной мучнистой росы, белой гнили, открыты и описаны целые новые порядки сумчатых (Exoascales) и базидиальных (Exobasidiales) грибов, создана новая, более близкая к естественной система классификации грибов. Немалая доля успеха в этих выдающихся исследованиях принадлежит многочисленным ученикам и последователям де Бари и Воронина: Брефельда в Германии, Э. Фишера в Швейцарии, Миллярде во Франции, Вальдгейма, Сорокина в России. Эти ученые успешно применяли исторический метод в микологии и фитопатологии. Среди учеников и последователей де Бари и Воронина в Венгрии следует отметить двух видных ученых: Линхарта Дьердь (Linhart György, 1844—1925) и Иштванфи Дьюла (Istvánffy Gyula, 1860—1930).

[1] Tognio Lájos. Magyar Honban mostanában uralkodó burgonya betegség. Pest., 1847.



Линхарт Дьердь (1844—1925)

Линхарт обладал качествами выдающегося исследователя, педагога и организатора научных работ.

Благодаря своей необыкновенной работоспособности, он успевал выполнять многочисленные обязанности: профессора и заведующего кафедрой фитопатологии в Сельскохозяйственной академии в г. Мадьяровар, директора основанного им в 1897 г. первого венгерского Фитопатологического института в г. Мадьяроваре, советника министерства, члена ряда венгерских и международных обществ и других научных объединений и т. д. Эти качества в сочетании с отличной теоретической подготовкой, полученной в школе де Бари (а позже в лаборатории известного германского фитопатолога Кюна), позволили Линхарту провести многочисленные и разнообразные микологические, фитопатологические и даже энтомологические исследования (исследования виноградной филлоксеры). Превосходный педагог, Линхарт воспитал целый ряд венгерских ученых-фитопатологов, таких как Хедьи Д. (Hegyi Dezsö), Франсе Р. (Francé Rezsö), Мезеи Д. (Mezey Gyula) и др.

К Линхарту обращались с многочисленными вопросами не только венгерские исследователи и практики, но и ученые других стран. Значение его научной деятельности выходило далеко за пределы Венгрии. Необходимо отметить, что, как сообщает венгерский историк биологии Рапаич



Иштванфи Дьюла (1860—1930)

Раймунд (Rapaics Raymond)[1], Линхарт с 1870 по 1873 г. работал в России.

Из многочисленных произведений Линхарта крупным вкладом в науку является его пятитомный труд «Fungi Hungariae» с гербарием и описанием фитопатогенных грибов Венгрии. Им же выполнены исследования по различным болезням хлебных злаков, в первую очередь по головневым заболеваниям и мерам борьбы с ними.

Немало работал Линхарт и в области изучения болезней сахарной свеклы[2].

В конце 80-х годов XIX в. датский фитопатолог Иенсен (Jensen)[3] показал, что для уничтожения возбудителей головни хлебных злаков можно воспользоваться воздействием высокой температуры (52—53,5° в течение 2—3 минут). Эти данные и были затем использованы при разработке метода термического обеззараживания семян пшеницы и ячменя от пыльной головни, так как возбудители пыльной головни пшеницы (Ustilago tritici (Pers)

[1] Rapaics Raymond. A magyar biológia története. Akagémiai kiadó, Budapest, 1953.

[2] Linhart. Die Krankheiten des Rübensamens. «Zs. für Zuckerindustrie und Landwirtschaft», 1899, B. XXVIII, № 15.

[3] J. L. Jensen. Om Kornsortenes Brand. Kopenhagen, 1888; Les charbon des céréales, 1899. Цит. по кн.: H. Zillig. Ustilaginales (Brandpilze). Sorauer's Handbuch der Pflanzenkrankheiten, B. III. Fünfte Auflage. Berlin 1932.

Jens) и ячменя (Ustilago nuda (Jens) Rostrup), в отличие от возбудителей твердой головни тех же культур, заражают растения не в фазе проростков, а в период цветения и на первых этапах развития завязей образуют мицелий в и у т р и зараженных семян. Таким образом, последние нельзя обеззаразить путем обычного протравливания химическими препаратами, действие которых ограничивается поверхностными тканями оболочек семян. Что же касается термического воздействия, то оно проявляется во всех тканях семян.

Вскоре после опубликования предложенного Иенсеном метода термического обеззараживания пшеницы и ячменя от возбудителей пыльной головни Линхарт произвел тщательные первичные исследования, давшие очень ценные результаты для теории и практики в этой области фитопатологии.

Линхарт, проверяя данные Иенсена, сомневался не только в том, что термическая обработка семян, рекомендованная Иенсеном, может дать желательный результат, но и в том, что заражение ячменя пыльной головней происходит исключительно через цветок[1]. В упомянутой работе Линхарта приведены убедительные данные, подтверждающие его точку зрения, как это видно из следующей таблицы.

Варианты опытов Линхарта	Процент растений ячменя, зараженных пыльной головней
Посев семенами, не опудренными спорами возбудителя пыльной головни	1,58
Посев семенами, опудренными спорами возбудителя пыльной головни	3,69

Прошло, однако, почти полстолетия, прежде чем в результате работ Тапке (1932, 1935) выяснилось, что поражение ячменя пыльной головней может произойти не только в результате заражения растений этой культуры грибом U. nuda (род Ustilago) в период их цветения, но также и вследствие заражения проростков другим видом того же рода U. nigra Tapke. В связи с этим небезынтересно отметить, что в самое последнее время исследованиями венгерских фитопатологов обнаружено распространение этого гриба в Венгерской Народной Республике.

Еще более интересна другая группа экспериментов, задачей которых была проверка нашумевших в свое время работ шведского фитопатолога и миколога Эриксона, выступившего с оригинальной концепцией по вопросу об особых неклеточных формах существования (в виде так называемой микоплазмы) фитопатогенных грибов, например возбудителей ржавчины злаков, фитофтороза картофеля и т. д.

Опыты, проведенные Линхартом для выяснения этого принципиально важного вопроса, не подтвердили высказывания Эриксона[2].

Другим основоположником фитопатологии в Венгрии является Иштванфи Дьюла, значение научной деятельности которого также выходит за пределы

[1] Linhart György. Mezey Gy. A. Jensenféle, porüszög elleni védeközés mod. Külön lenyomat a «Mezögazdassagi Szemle»— böl. Magyaróvár, 1891.

[2] Linhart György. Az Eriksson-féle mycoplazma elmélet. «Kisérletügyi Közlemnyek», I, 1898, Köt. 335—339.



Хус Бела (1892—1954 гг.)

его родины. Научную подготовку он получил в Германии под руководством известного немецкого миколога и фитопатолога О. Брефельда, одного из наиболее талантливых учеников де Бари.

По возвращении в Венгрию Иштванфи был назначен профессором и вскоре основал и возглавил специальный Институт ампелологии (по изучению винограда). Он очень подробно изучал возбудителей различных болезней винограда (Plasmopara, Uncinula, Botrytis и др.). Результаты этих исследований [1] описаны в ряде работ, которые и в настоящее время имеют существенное научное и практическое значение.

Своими работами Иштванфи создал основу для прогнозов ложной мучнистой росы винограда и для сигнализации сроков проведения практических мероприятий против распространения этих болезней. Он со своими сотрудниками впервые указал и на то весьма важное обстоятельство, что защитные мероприятия против этой опасной болезни можно (более правильно, чем это делалось раньше) построить на основе точного знания инкубационного периода, длительность которого зависит от температуры воздуха и осадков.

Иштванфи уделял много внимания не только исследовательской работе, но и распространению и внедрению в широкую практику результатов науч-

[1] Istvanffy Gy. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Abt. II, 1912; см. также «Bull. Mens. Renseignements d'Agriculture», v. 5, 1914.

ных исследований и был самым энергичным пропагандистом научных знаний среди садоводов и виноградарей.

К концу XIX и главным образом к первой трети XX в. относится начало и последующее развитие работ в области исследования болезней лесных пород и разрушения древесины. Здесь особенно важную роль сыграли исследования Тужона Яноша (Tuzson János, 1870—1943). Его современник Мёс Густав (Moesz Gusztáv, 1873—1946) провел большие работы в области фитопатологии и в особенности микологии. Несколько позднее начал работать один из самых известных венгерских фитопатологов первой половины XX в. — профессор Хус Бела (Husz Béla, 1892—1954).

В рамках небольшого очерка очень трудно не только изложить результаты, но даже перечислить исследования Хус Бела во всех областях фитопатологии. Ему принадлежит больше 400 печатных монографий, статей и других печатных работ как на венгерском, так и на иностранных языках.

Одной из самых значительных работ профессора Хус Бела является книга о больном растении и его лечении [1] — широкоизвестная, главным образом, в венгерской фитопатологической литературе крупная обобщающая работа.

Эта книга, отражающая состояние фитопатологических знаний того времени, написана простым языком и поэтому даже и не специалистом в области фитопатологии читается с большим интересом. В числе последних работ Хус Бела значительную ценность представляет книга «Конидиальные грибы, вызывающие заболевания у растений» [2].

Будучи хорошим педагогом, он воспитал значительную группу современных венгерских фитопатологов, разрабатывающих актуальные задачи, отвечающие интересам развития сельскохозяйственного призводства и науки в условиях Венгерской Народной Республики.

VII. ОТКРЫТИЕ ВОЗБУДИТЕЛЯ РАКА КАРТОФЕЛЯ

К числу выдающихся венгерских фитопатологов принадлежит профессор Шильберски Карой (Schilberszky Károly, 1873—1935). Он основал первую в Венгрии кафедру фитопатологии в Будапеште (1924). Шильберски много внимания и труда посвятил изучению проблемы паралича и апоплексии косточковых плодовых культур, в частности абрикосов [3].

Апоплексия приводит к «молниеносной», иногда массовой гибели взрослых деревьев. Эта болезнь и до сих пор причиняет большой вред плодоводству Венгрии, Румынии, Югославии, Болгарии, а также Молдавской ССР и некоторым другим южным республикам Советского Союза. Исследования профессора Шильберски и других ученых (Berend) [4] показывают, что в патогенезе этой болезни существенное значение имеют различные неблагоприятные экологические факторы, условия выращивания посадочного материала, качества подвоев и т. д. Деревья, недостаточно стойкие к воздействию низких температур и других неблагоприятных условий, становятся весьма восприимчивыми к заражению грибами, в частности — представителями рода Valsa [5].

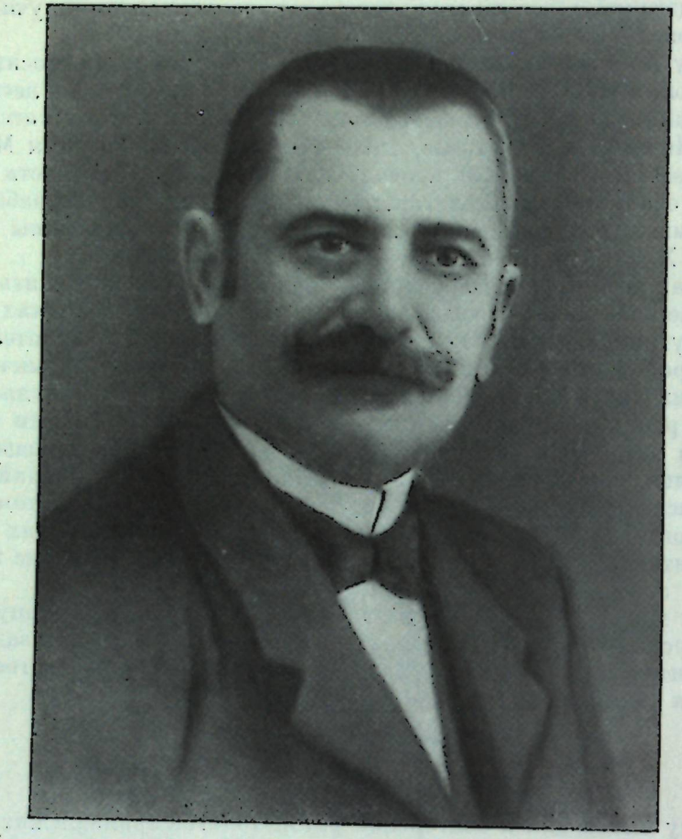
[1] Husz Béla. A beteg növény és gyógyitása. Budapest, 1941.

[2] Husz Béla. Növény betegségeket okozó konidiumos gombák. Budapest, 1951.

[3] Schilberszky K. A s conthéjas gyümölsfáink apoplexiája. Kisérletgyi Közlemények. Budapest, 1932; Über die Ursachen der Apoplexie bei den Steinobstbäumen. «Angewandte Botanik», 1932.

[4] Berend István. A kajszibarackfák gutaütéses pusztulását leküzdö 1948, 49, es 50. évi kutatások beszámolója Növényvédelmi kutato intézet évkönyve, vol. V, 1950, p. 251—258.

[5] М. С. Дунин. Начини за оздравяване на някой земледелски култури в Народна Република България. София, 1950



Шильберски Карой (1873—1935)

В итоге взаимодействия этих факторов и возникает апоплексический симптомокомплекс, завершающийся гибелью деревьев обычно в ту пору их вегетации, когда у них особенно интенсивно идут ассимиляционные и транспирационные процессы. Однако эта сложная проблема до настоящего времени не получила окончательного разрешения и является предметом дальнейших исследований.

Когда на территории Венгрии в 1908 г. появилась занесенная из США в Западную Европу новая опустошительная болезнь — мучнистая роса крыжовника (возбудитель — мучнесросный гриб Sphaerotheca mors-uvae Berk et Curt), Шильберски занялся изучением этой болезни и изысканием мер борьбы с нею. В числе вопросов, привлекавших внимание и активный интерес этого исследователя, находятся и такие заболевания, как головня дикорастущих злаков[1], твердая головня пшеницы[2], пузырчатая головня кукурузы[3], ржавчина хлебных злаков и фитофтороз картофеля.

[1] Schilberszky K. A merei folyóka virágának kétalakusága. Emlékönyv a magy. Természeztud. Társ. félszázados jubileumára, 1892, p. 623—634; Egy üszöggomba (The caphura). Viszónya a mezei folyóka viragához. «Termtud. Közlemények», XXVIII, 1895.

[2] Schilberszky K. A köüszög (Tilletia tritici Wint). «Termtud. Közlemények», XLV, Köt. 301, 1913.

[3] Schilberszky K. A kukoricaüszög és irtása. «Termtud. Közlemények», XLVI. Köt. 90, 1914.

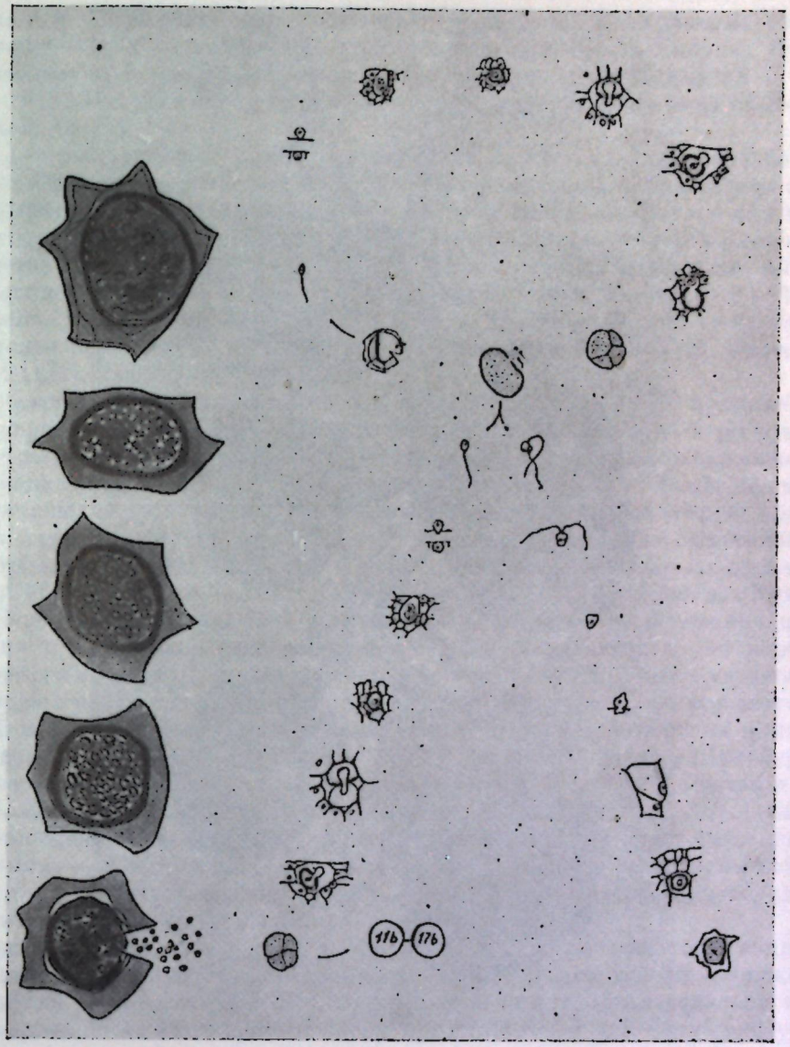


Рис. 1. Рисунки К. Шильберски, характеризующие особенности развития возбудителя рака картофеля Chrysophlictis. Слева — спорангии с зооспорами. Справа — отдельные фазы развития гриба

Однако, хотя эти исследования имеют существенное научно-историческое значение и явились одним из источников наших знаний об истории распространения и развития упомянутых болезней в Венгрии, тем не менее не эти работы определяют то почетное место, которое принадлежит Шильберски в мировой истории развития фитопатологии. Важнейшей научной заслугой Шильберски несомненно является открытие и подробное разностороннее исследование возбудителя рака картофеля.

Первые сведения о появлении рака картофеля в Англии и Шотландии относятся к 70-м годам XIX в. (Gough, 1920[1]). Однако в то время ничего не

[1] Gough G. C. Wart disease in potatoes. A study of its history distribution and the discovery of Immunity. «J. Hort. Soc.», vol. 45, 1920.

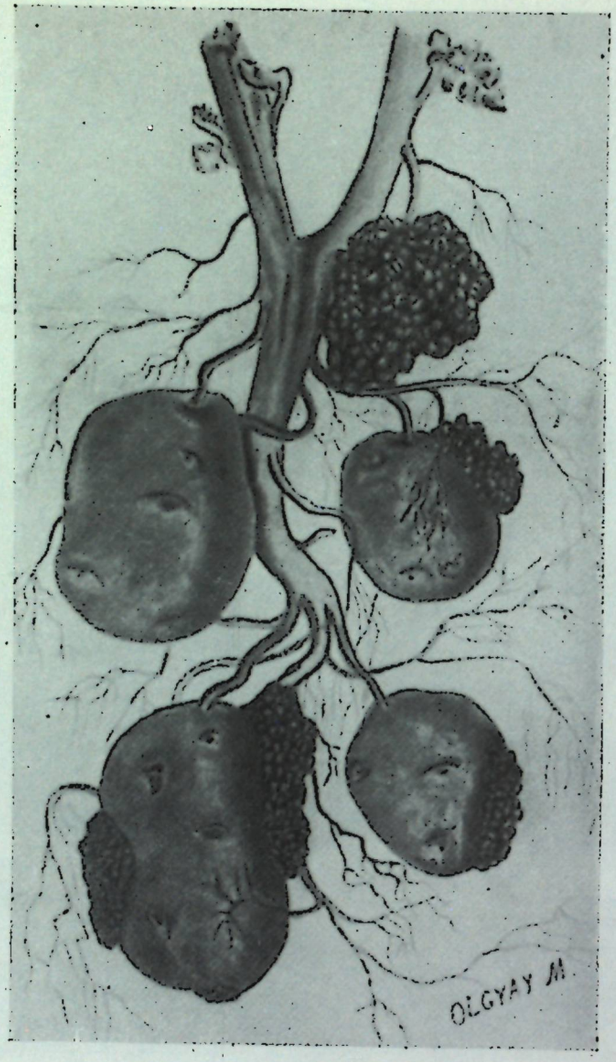


Рис. 2. Рак картофеля. Рисунок Olgyay M. впервые опубликован в монографии Шильберски (1930). С тех пор характерные и типичные симптомы опаснейшей болезни картофеля, зафиксированные на этом рисунке, воспроизводились почти во всех учебниках и учебных пособиях по фитопатологии во всех странах

было известно о том, представляет ли собой рак картофеля неинфекционное или инфекционное патологическое явление.

В 1896 г. Шильберски открыл и описал возбудителя рака картофеля[1]. Обнаруженный им на клубнях картофеля паразит был описан им под названием Chryso-phlyctis endobiotica. На основе этого открытия ведутся и в настоящее время исследования в многочисленных лабораториях, опытных станциях и институтах почти на всех континентах.

[1] Schilberszky K. Ein neuer Schorf parasit der Kartoffelknollen. «Ber. Deutsch. Bot. Ges.», B. 24, 1896.

В начале XX в. стало поступать много сообщений о появлении и о различных особенностях развития рака картофеля на континенте Европы (в 1908 и в последующие годы) и в Северной Америке (Ньюфаундленд — 1909, США—1918). В эту же пору стало известно о распространении рака картофеля в Южной Африке.

По распространенным среди фитопатологов представлениям это заболевание возникло в результате скачкообразного изменения вирулентности, паразитической специализации и других свойств гриба, открытого Шильберски, и первоначально паразитировавшего лишь на дикорастущих растениях. В качестве косвенного указания на это обстоятельство известный интерес представляет и тот факт, что данный паразит может заражать не только картофель, но в опытных условиях также и томаты (Solanum lycopersicum L.), паслен черный (S. nigrum L.), паслен сладко-горький (S. duclamara L.,S. alatum), а также белену (Hyoscyamus niger L.).

Массовое распространение этой болезни и огромный ущерб, причиняемый ею, в первой половине XX в. не раз ставили под сомнение в ряде крупнейших картофелеводческих районов Западной Европы даже экономическую целесообразность возделывания картофеля. Только благодаря выведению раскоустойчивых сортов и внедрению их в широкую картофелеводческую практику всех стран (главным образом в Западной Европе) несколько смягчилась острота проблемы. Естественно, что в связи с этим росла активность исследований этой болезни. Через 13 лет после того как Шильберски открыл возбудителя рака, Персиваль (Percival)[1] на основе дополнительного исследования цикла развития и цитологических особенностей гриба, вызывающего рак картофеля, отнес его к числу представителей другого рода (Synchitrium), установленного ранее в результате исследований де Бари и Воронина. С тех пор этот опаснейший и трудноискоренимый паразит, объект строгого карантина множества стран, известен не под тем родовым названием, которое дал ему Шильберски, а в качестве самого важного представителя рода Synchitrium и обычно в полных обозначениях фигурирует как Synchitrium endobioticum Perc. Однако в свете изложенного необходимо указать, что правильным будет такое полное обозначение — Synchitrium endobioticum (Schilb.) Perc., — в котором находит отражение приоритет венгерского исследователя, открывшего возбудителя одной из самых опасных болезней картофеля.

В одной из своих последних работ, монографии, посвященной вопросам биологии, морфологическим особенностям и систематическому положению возбудителя рака картофеля, Шильберски привел ряд доказательств в пользу принадлежности этого гриба к числу представителей рода Chryso-phlyctis[2].

VIII. РАЗВИТИЕ ФИТОПАТОЛОГИИ В ВЕНГЕРСКОЙ НАРОДНОЙ РЕСПУБЛИКЕ

После освобождения Венгрии от фашистского ига народно-демократическое правительство осуществило радикальную аграрную реформу. Новые задачи сельского хозяйства, кооперативного земледелия на основе более совершенной агротехники, механизации сельскохозяйственного производства поставили и перед фитопатологами Венгрии новые важные задачи. В целях развития работ по защите растений в 1949 г. реорганизован ранее существовавший научно-исследовательский институт, в составе которого созданы отделы: фитопатологии, энтомологии, орнитологии, химии и механизации защиты растений. Кроме того, внутри отделов выделены самостоятельные лаборатории:

[1] J. Percival. Potato «wart» disease: the life history and cytology of Synchytrium endobioticum (Schilb.) Perc. Centralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde. Abteilung II, Bd. 25, 1909

[2] K. Schilberszky. Die Gesamtbiologie des Kartoffelkrebses. München, 1930.

токсикологии, микологии, бактериологии, вирусологии, аналитическая, химическая и др.

В отделе фитопатологии ведутся важные работы по апоплексии косточковых (З. Чорба, И. Беренд), по головневым грибам злаковых (Я. Подраски), по прогнозу мильдью виноградной лозы (Л. Шанта), по вирусным заболеваниям пасленовых (Я. Сирман), по бактериозам растений, особенно по бактериозам риса (З. Клемент), по использованию антибиотиков в фитопатологии (И. Вёрёшь), по болезням льна, борьбе с сорняками с помощью органических гербицидов и т. д.

В отделе химии (Ш. Тереньи и др.) создаются новые препараты для защиты растений от болезней и вредителей; проводятся испытания ряда новых средств для замены медного купороса в садоводстве, виноградарстве; изучается эффективность большого числа препаратов отечественного и иностранного производства.

Отдел механизации (Л. Мольнар) проводит проверку новых машин, оборудования по защите растений; оказывает также существенную помощь машиностроительным заводам, исследовательским институтам в создании новых машин. Уже из этого организационного построения и перечня конкретных задач видно, что на новом этапе развития фитопатологии в Венгрии было обращено внимание также и на такие разделы, как вирусология и изучение бактериальных болезней растений.

Кроме Научно-исследовательского института защиты растений, существенно важные и интересные фитопатологические исследования ведутся на некоторых опытных станциях и в селекционных институтах. Так, в исследовательском институте города Шопронхорпач под руководством академика, лауреата премии им. Кошута К. Седльмайера успешно проходит селекционная работа на устойчивость сахарной свеклы к различным заболеваниям (церкоспороз и др.). Одним из самых блестящих результатов этой работы является сорт «Бета К-91», дающий более высокий урожай по сравнению с сортами, культивировавшимися до этих работ. Важнейшим преимуществом этого сорта является его очень высокая устойчивость к церкоспорозу.

Фитопатологи этой станции (А. Ковач и др.) достигли больших успехов в изучении таких заболеваний сахарной свеклы, как вирусная желтуха, мозаика, церкоспороз и др.

В городе Мартон-Вашар, в исследовательском институте при Академии наук, фитопатологический отдел ведет патолого-физиологические исследования (З. Кираль, Г. Фаркаш).

Дохи Янош (Dohy János, ныне профессор Сельскохозяйственной академии в г. Мадьяровар) в селекционном институте (г. Кишварда) выполнил очень ценные исследования по различным заболеваниям картофеля (фузариозное увядание, вирусные болезни и т. д.), по изучению устойчивых сортов и по определению болезней этой культуры.

Важные работы проводятся также и в других научно-исследовательских селекционных институтах (Банкут, Ирег-семче, Компольт, Сарваш, Кечкемет и т. д.).

На кафедре фитопатологии при Университете аграрных наук (Гёдёлле) под руководством профессора Ф. Узоньи и его сотрудников (И. Петроци и др.) готовятся новые кадры по защите растений от болезней и вместе с тем ведется изучение различных теоретических и практических вопросов фитопатологии.

В Будапеште, на кафедре фитопатологии Плодоовощного института, профессор М. Ольдан и его сотрудники (Я. Лехоцки, Ш. Касоньи и др.) ведут работы по заболеваниям плодовых и овощных культур.

Немаловажное значение в развитии фитопатологии в Венгерской Народной Республике имеет установление широких связей и творческого содружества

фитопатологов СССР, Венгрии, Чехословакии, Болгарии, Румынии и других стран народной демократии. Эти страны в 1949 г. в Бухаресте согласились на взаимную научную и оперативную помощь по защите растений и заключили договор по карантину на границах. Этот договор облегчает планирование, организацию и выполнение разнообразных фитопатологических научно-производственных работ.

В числе наиболее крупных венгерских работ последнего периода по фитопатологии необходимо отметить создание капитального коллективного труда «Növénykórtan Akadémiai kiadó» (Budapest, 1952), под общей редакцией директора Научно-исследовательского института защиты растений, лауреата премии им. Кошута Г. Убрижи. В этой книге, содержащей более тысячи страниц убористого текста, освещены важнейшие достижения всех отраслей фитопатологии на основе отечественных и зарубежных работ.

В Венгрии расширяется производство химических средств для защиты растений от болезней и вредителей. В настоящее время государственные хозяйства, кооперативы и крестьяне-единоличники снабжены современными препаратами для опрыскивания и опыления растений.

В довоенные годы подавляющее большинство аппаратуры Венгрия импортировала из других стран. В настоящее время организовано серийное производство венгерских машин (опрыскиватель-опылитель типа «ПП», «Эзюшт селектор» — комбинированный зерноочиститель-протравливатель и др.).

В последнее время организовано 17 машинных станций защиты растений.

Результаты, полученные в течение первого десятилетия существования народно-демократической Венгрии, свидетельствуют о том, что фитопатологическая работа идет здесь по пути быстрого и разностороннего развития.

* * *

В рамках небольшого очерка история развития фитопатологии в Венгрии, конечно, не могла получить исчерпывающее освещение. Мы рассматриваем нашу работу лишь как одну из первых попыток в этой области и надеемся, что в дальнейшем эта же задача станет предметом более обширного коллективного научного труда. Мы полагаем также, что в недалеком будущем вопросы истории развития фитопатологии явятся предметом специальных исследований и в других странах. Тогда и в данной, очень важной области практики и знания будет реализовано указание В. И. Ленина на необходимость конкретного и подробного изучения истории отдельных наук.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Л. Ш. ДАВИТАШВИЛИ и Н. Г. ХИМШИАШВИЛИ

К ИСТОРИИ ТЕРМИНА «ПАЛЕОНТОЛОГИЯ» И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ НАЗВАНИЙ НАУКИ ОБ ОРГАНИЗМАХ ПРОШЛЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ВРЕМЕН

В первой четверти XIX в., после того как выяснилось хронологическое значение окаменелостей, содержащихся в пластах земной коры, возникла потребность в термине для обозначения учения об ископаемых органических, и прежде всего животных, остатков. Было предложено несколько названий.

Например, Э. И. Эйхвальд[1] еще в 1821 г. предложил термин *ориктозоология*, составленный из греческих слов τὸ ὀρικτόν (ископаемый), τὸ ζῶον (животное) и ὁ λόγος (слово, учение, наука); это название означало «учение об ископаемых животных». Основатель Московского общества испытателей природы профессор Московского университета Г. Фишер фон Вальдгейм употреблял термин *петроматогнозия*.

Слово *палеонтология* теперь является общепринятым названием науки об организмах прошлых геологических времен, или, как иногда выражаются в соответствии с нынешним состоянием и нынешним назначением этой отрасли естествознания,—науки об историческом развитии органического мира. Это название уже давно признано учеными всего мира вполне удобным удачным и соответствующим содержанию данной науки. В переводе на русский язык оно означает: «наука о древних существах» (от греческих слов παλαιός — древний, ὤν (родительный падеж ὄντος — существо и λόγος — слово, учение). Оно оказалось настолько благозвучным и выразительным, что некоторые ученые стали пользоваться им в областях знания, очень далеких от биологии и геологии. Кроме того, многим кажется совершенно естественным и правильным употреблять термин *неонтология* как нечто прямо противоположное *палеонтологии* — для обозначения науки о современных организмах, или биологии, в самом широком смысле, ныне живущих организмов (растений, животных и протистов). Трудно сказать, кто первый начал употреблять слово *неонтология*: его, повидимому, стали употреблять многие ученые независимо один от другого, как нечто само собой понятное, как противоположность палеонтологии. Давно вошли во всеобщий обиход такие названия наук, как *палеозоология* и *палеоботаника*, а ведь и эти названия возникли под влиянием термина *палеонтология*. Наконец, названия многочисленных разделов, или «направлений», палеонтологии (самостоятельность некоторых из них представляется нам в достаточной мере сомнительной), таких как палеоэкология, палеогистология, палеоневрология, палеомиология, палеофаунистика, палеофлористика, палеодендрология и многие другие «палеологии», а также совсем уж неуклюжие термины, как «палеобиоценоз» и «палеоценоз», были

[1] E. Eichwald. Ideen zu einer systematischen Oryctozoologie. Mitau, 1821, p. 3.

составлены по образцу «палеонтологии». Короче говоря, мы настолько привыкли к термину палеонтология, что считаем его бесспорно законным названием этой науки.

Этим, по крайней мере отчасти, можно объяснить отсутствие сведений о том, кто впервые предложил слово *палеонтология*, в большинстве энциклопедических словарей (немецких[1], английских[2], французских[3] и др.) и даже в учебниках и трактатах по палеонтологии и смежным дисциплинам естествознания. В других энциклопедических словарях и в некоторых обширных трудах и сводках содержатся неточные или даже просто ошибочные сведения о происхождении термина палеонтология, его авторе и времени появления.

Автор капитального руководства по палеонтологии и обширного учебного пособия «Основы палеонтологии», известный немецкий ученый К. Циттель, в работе «История геологии и палеонтологии до конца XIX в.» писал: «В начале тридцатых годов [XIX в.] новая наука получила название палеонтологии, как она была названа почти одновременно Дюкротей де Бленвилем и Фишером фон Вальдгеймом; это название быстро укоренилось во Франции и Англии, в то время как в Германии еще долго говорили о Petrefaktenkunde [науке об окаменелостях] и петрефактологии»[4].

Возможность того, что два автора в одно и то же время, но совершенно независимо друг от друга составили из трех греческих слов один и тот же термин для обозначения одной и той же науки, казалась нам мало вероятной. Поэтому, вопреки заявлению столь авторитетного знатока истории палеонтологии, как Циттель, мы были склонны думать, что автором термина был либо Фишер фон Вальдгейм, либо Бленвиль. Один из нас[5] был склонен решить этот вопрос в пользу приоритета Фишера фон Вальдгейма, который сам утверждал, что заменил термин петроматогнозия, им же ранее предложенный, термином палеонтология. «С того времени,— писал ученый,— как я публично преподаю учение об ископаемых органических телах в императорском Московском университете (1727—1728 гг.), я обозначал это учение особым именем *петроматогнозии*.

Однако поскольку в это учение желательно включать основы геологические, а в равной мере ему необходимы понятия зоологические и зоотомические, то я заменил это название, как менее удачно придуманное, названием *палеонтологии*, лучше выражающим и сочетающим оба эти условия»[6].

Ошибочное указание годов преподавания Фишером петроматогнозии (1727 —1728) объясняется либо опиской автора, либо опечаткой (правильно, очевидно, 1827—1828). Кроме того, автор допускает ошибку в написании самого слова palaeontologia: после буквы t он ставит букву h, и эта ошибка, неоднократно повторяющаяся в цитируемой книге, не может быть принята за простую описку или опечатку.

Примечательно, что в этом отрывке Фишер фон Вальдгейм отмечает тесную связь палеонтологии и с геологией и с зоологическими дисциплинами.

[1] Brockhaus. Konversations-Lexikon. 1908; Mayer. Lexikon. 1928.
[2] Encyclopaedia Britannica, 1936.
[3] P. Larousse. Grand dictionnaire universel de XIX-e siècle, t. 12. Paris, 1874, p. 56.
[4] K. Zittel. Die Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19. Jahrhunderts. München und Leipzig, 1899, *S.* 775.
[5] Л. Ш. Давиташвили. Палеонтология. БСЭ, 31, 1955.
[6] «Inde a tempore quo doctrinam de corporibus organicis fossilibus in Universitate caesarea Mosquensi publice tradidi (1727—1728) eam singulari nomine *petromatognosiae* designavi.
Cum vero in hac doctrina et principia geologica desiderentur, et cognitiones zoologicae et zootomicae aeque necessariae sint, hoc nomen minus feliciter excogitatum, cum eo *palaeonthologiae* conditiones utrasque, melius indicante et conjungente, commutavi» (Bibliographia Palaeonthologica animalum systematica. Mosquae, 1834, p. 1).

Таким образом, в библиографической работе, представляющей обзор литературы по палеонтологии, Фишер фон Вальдгейм писал, что он «заменил» некогда им же введенное название «петроматогнозия» новым названием— «палеонтология», и это место его предисловия легко может внушить читателю мысль, что Фишер считал себя автором также и второго термина.

Если мы примем во внимание и то, что в капитальном труде «История геологии и палеонтологии» К. Циттель, упоминая Бленвиля и Фишера фон Вальдгейма в качестве авторов термина «палеонтология», ссылается только на работу Фишера, из которой мы только что привели отрывок, и не указывает ни на одно из произведений Бленвиля, то мы не будем удивляться тому, что у людей, интересовавшихся вопросом о возникновении этого термина, но не занимавшихся изысканиями по этому вопросу, складывалось впечатление, что автором, введшим слово «палеонтология», был Фишер фон Вальдгейм. Так писал А. А. Борисяк в первом издании Большой Советской Энциклопедии (т. 43, стр. 805) и в своей книге «Основные проблемы эволюционной палеонтологии» (М., 1947, стр. 11). То же было сказано в статье «Палеонтология», помещенной во втором издании Большой Советской Энциклопедии и принадлежащей Л. Давиташвили.

Совсем недавно английский ученый Стаблфилд утверждал, что «термин палеонтология датируется с 1834 г., когда он был употреблен как Бленвилем, так и Фишером фон Вальдгеймом»[1]. Все подобные высказывания, хотя и содержат некоторую долю истины, что будет видно из дальнейшего, но не могут быть признаны вполне соответствующими действительности. Автором, впервые предложившим термин «палеонтология», был не Фишер, а Бленвиль.

В 1825 г. Бленвиль опубликовал большой труд «Руководство по малакологии и конхилиологии»[2], в котором писал: «Конхиология, или, быть может, лучше — остракология, представляет совершенно отдельную отрасль среди естественных наук, которая может иметь свои собственные правила и которую можно сравнить только с детальным изучением, например, шерсти млекопитающих животных, перьев птиц или чешуи рыб. Между тем, мне кажется, что если бы было возможно, изучая конхиологию как нечто совершенно самостоятельное, рассматривать ее таким образом, чтобы она полностью входила в малакологию, то это было бы полезно одновременно науке о животных и геологии или палеонтологии»[3]. К последнему слову этого отрывка автор делает подстрочное примечание: «Мне кажется полезным создать составное слово для обозначения науки, которая занимается изучением ископаемых органических тел»[4].

[1] C. J. Stubblefield. The relationship of palaeontology to stratigraphy. «Nature», 174, No 4427, Suppl. 439, 1954.

[2] «Малакология»— отдел зоологии, занимающийся изучением мягкотелых животных. После обособления моллюсков в особый тип под малакологией понимают моллюсковедение. Конхилиология — учение о раковинах моллюсков и других беспозвоночных, внешне сходных с ними. Этот термин широко применялся, преимущественно палеонтологами, не только в прошлом веке, но и позже: тем не менее он почти вышел из употребления, так как современная наука не отрывает изучения раковины от исследования всего тела в целом.

[3] «La conchyliologie, ou mieux, peut-être, l'ostracologie, forme donc parmi les sciences naturelles une branche tout-à-fait à part, qui peut avoir ses règles propres, particulières, et qui n'aurait rien de comparable, que si l'on voulait aussi connaître en détail les poils, par exemple, des animaux mammifères, les plumes des oiseaux ou les écailles des poissons. Il me semble cependant que si l'on pouvait, tout en étudiant la conchyliologie d'une manière parfaitement indépendante, la disposer de telle sorte qu'elle peut être pris en entier par la malacologie, on serait à la fois utile à la science des animaux et à celle de la géologie ou palaeontologie». H. M. Ducrotay de Blainville. Manuel de malacologie et de conchyliologie. Paris, 1825, p. 225.

[4] «Il me semble utile de créer un mot composé pour désigner la science qui s'occupe de l'étude des corps organisés fossiles».

Таким образом, термин «палеонтология» был предложен Бленвилем в 1825 г. После этого сам Бленвиль в некоторых работах говорит о палеонтологии. Так, в своем «Руководстве актинологии или зоофитологии», вышедшем в 1834 г., Бленвиль употребляет слово «палеонтология» — правда, только в введении, на стр. VII[1].

Некоторые ученые начали употреблять это слово до опубликования упомянутого труда Фишера, в частности, Э. Жоффруа Сент-Илер пользовался термином «палеонтология» в труде «Исследования крупных пресмыкающихся», вышедшем в 1831 г.[2]

Знал ли Фишер, когда он писал свою «Систематическую библиографию по палеонтологии животных», что термин «палеонтология», о котором он говорил в предисловии к этой книге, был введен Бленвилем? На этот вопрос мы даем положительный ответ. Фишер был одним из лучших знатоков палеонтологической литературы, одним из образованнейших естествоиспытателей своего времени. Он не мог не знать содержания книги Бленвиля, где был предложен термин, о котором идет речь. И действительно, в упомянутой библиографической работе Фишер на стр. 213 приводит полное наименование упомянутой книги Бленвиля, далее на стр. 216—285 упоминает ее на каждой странице, а на некоторых страницах по нескольку раз. Ссылки на нее имеются также на страницах 183, 184, 189—198, 200, 203, 204, 206, 213, 287, 293, 294, 298 и 299. Таким образом, нет никаких сомнений в том, что рассматриваемый термин был взят Фишером из работы Бленвиля. О том, что Фишер ни в какой мере не может быть заподозрен в намерении выдать себя за автора этого термина, совершенно недвусмысленно свидетельствует множество ссылок на соответствующий труд Бленвиля в «Систематической библиографии» Фишера. То обстоятельство, что Бленвиль не упомянут в предисловии к этой книге, где говорится о замене «петроматогнозии» «палеонтологией», объясняется, очевидно, прежде всего тем, что этот новый термин был уже знаком естествоиспытателям как по работе Бленвиля, так и по некоторым другим источникам. Кроме того, предисловие к «Библиографии» Фишера отнюдь не было тщательно отредактировано автором: там имеются ошибки, показывающие, что оно было написано поспешно. В 30-х годах XIX в. едва ли кто-либо из серьезных ученых, работавших в области палеонтологии, мог не знать, что этот термин был введен Бленвилем. Однако ученые более поздних поколений, уже не так часто обращавшиеся к специальной литературе 20—30-х годов, могли не знать о существовании того подстрочного примечания в «Малакологии» Бленвиля, где был предложен этот термин. Ко времени написания Циттелем его «Истории геологии и палеонтологии» изложенные нами обстоятельства были, повидимому, в значительной мере забыты, и даже такой точный, добросовестный автор, каким был Циттель, сообщил о них, как мы видели, неточно.

Недавно этого вопроса коснулся Б. Е. Райков. Этот автор, отмечая, что в 20—30-е годы всюду употреблялось название «петроматогнозия», утверждает, что «Соколов первый заменил его в середине 30-х годов современным названием «палеонтология»[3]. Однако Д. И. Соколов, начавший упоминать «палеонтологию» в 1834 г., никак не может быть признан автором, введшим термин «палеонтология». Между тем Б. Е. Райков и в более новой работе пишет, что «Д. И. Соколов впервые стал употреблять название палеонтология»[4]. В качестве старейшей работы Д. И. Соколова, в которой упоминается палеонтология, Б. Е. Райков указывает статью, помещенную в X книге

[1] Blainville. Manuel d'actinologie ou de zoophytologie. Paris, 1834.

[2] E. Geoffroy Saint-Hilaire. Recherches sur les grands sauriens... «Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris», t. XII.

[3] Б. Е. Райков. Русские биологи-эволюционисты до Дарвина, т. II, 1951, стр. 277.

[4] Там же, т. III, 1955, стр. 47

«Горного журнала» за 1834 г. Эта книга была одной из последних в 1834 г. Что же касается «Систематической библиографии» Фишера, то цензурное разрешение этой книги датировано 26 марта 1834 г., а предисловие к ней — 25 июля того же года. Таким образом, книга Фишера вышла, повидимому, ранее статьи Соколова, и не исключена возможность, что петербургский ученый начал употреблять это название после ознакомления с работой Фишера, которая, несомненно, должна была быть настольной книгой каждого геолога не только в России, но и за границей. Д. И. Соколов был одним из первых русских авторов, принявших новое наименование науки об ископаемых организмах.

Ко времени победы эволюционного учения Дарвина термин «палеонтология» сделался общепринятым. Уже в трудах некоторых предшественников Дарвина намечается превращение науки о древних — ископаемых — организмах в науку об историческом развитии живой природы. Это превращение завершается уже после появления учения Дарвина. В. О. Ковалевский в первой половине 70-х годов XIX в. создал новую, эволюционную палеонтологию. Однако термин «эволюционная палеонтология» нельзя назвать вполне удачным, потому что он предполагает признание только эволюционного развития. Между тем «...жизнь и развитие в природе включают в себя и медленную эволюцию и быстрые скачки, перерывы постепенности»[1]. Следовательно, развитие живой природы никак нельзя рассматривать как процесс, содержащий только эволюцию, — плавные количественные изменения, без быстрых качественных изменений. Уже по этой причине термин «эволюционная палеонтология» не может быть признан вполне удачным. Чем, однако, заменить его? Вполне удобный, на наш взгляд, термин уже давно существует.

Мы имеем в виду термин *палеобиология*; он был предложен д'Аршиаком еще в 1862 г., но н о в ы й с м ы с л был вложен в это слово одним из крупнейших русских геологов-палеонтологов А. П. Павловым в 1897 г. А. П. Павлов понимал палеобиологию как новую палеонтологию, основанную на принципах дарвинизма, на идее филогенетического развития органического мира. Основное положение развития органической жизни, по словам А. П. Павлова, «делало палеонтологию из науки служебной по отношению к геологии как бы особой наукой — *палеобиологией*, от которой ожидались ответы на некоторые из числа самых основных вопросов общей биологии»[2]. Существование особой науки, палеобиологии, изучающей историческое развитие живой природы, не означает, конечно, отрыва этой науки от геологии, а наоборот, делает связь между изучением развивающегося органического мира и изучением развивающегося лика земли более тесной, органической, — создает основу для единства палеобиологического и геологического исследований. Поэтому «новую» палеонтологию — «эволюционную» или дарвинистскую, созданную трудами В. О. Ковалевского, можно, и на наш взгляд должно, называть, не прибегая к образованию нового слова, палеобиологией.

Однако некоторые ученые думают, что термин этот не применим к «новой» палеонтологии, ибо он имеет якобы иной смысл, исторически за ним закрепленный, что слово «палеобиология» имеет свою историю и определенное содержание, отличающееся от смысла, в котором мы здесь употребляем данный термин. Но это возражение — результат недоразумения, разъяснить которое нетрудно.

Ученые, которые ссылаются на какой-то «исторически закрепленный смысл» слова «палеобиология», имеют в виду тот факт, что этот термин был предложен крупным австрийским ученым О. Абелем в 1912 г. и что

[1] В. И. Ленин. Соч., изд. 4, т. 16, стр. 319.
[2] А. П. Павлов. Полвека в истории науки об ископаемых организмах. М., 1897, стр. 37.

«палеобиология», по Абелю, не тождественна «палеобиологии», в понимании А. П. Павлова.

Известно, что А. П. Павлов предложил термин «палеобиология» еще в 1897 г. Об этом не так давно дважды напомнила советскому читателю В. А. Варсанофьева[1] — биограф А. П. Павлова. Абель предложил тот же термин 15 годами позже.

Это, однако, — формальная сторона дела. Посмотрим теперь, что говорит Абель о палеобиологии, как он ее понимает.

В своей книге «Основы палеобиологии позвоночных» он пишет: «Я ввожу название «палеобиология» для той ветви естествознания, которая ставит своей задачей исследование приспособлений ископаемых организмов и выяснение их образа жизни»[2]. Абель поясняет, что «в круг задач палеобиологии входит также изучение истории происхождения приспособлений» (стр. 16). Таким образом, палеобиология, по Абелю, есть не наука об организмах, о живой природе прошлых геологических времен, не палеобиология в понимании А. П. Павлова, а только некоторая часть этой последней. Такое ограничение понятия палеобиологии нельзя признать целесообразным: палеобиология, биология некогда существовавших организмов, должна рассматривать органическую жизнь прошлых времен в ее развитии, должна отвечать — насколько это возможно, в соответствии с природой объектов изучения — на все вопросы, какие ставит перед собой биология современных организмов.

Следовательно, палеонтология в наше время должна быть палеобиологией, и одна из наших очередных задач — добиться того, чтобы все разделы палеонтологии были подняты до уровня палеобиологии.

Сделаем некоторое выводы из сказанного.

1. Термин *палеонтология* был предложен в 1825 г. известным французским естествоиспытателем Дюкротей де Бленвилем в книге «Руководство малакологии и конхилиологии», которая была хорошо известна в кругу специалистов. Термин был очень кратко пояснен в подстрочном примечании. После этого до 1834 г. он изредка употреблялся отдельными учеными преимущественно во Франции.

2. В 1834 г. появляется книга «Систематическая библиография по палеонтологии животных» известного московского ученого Фишера фон Вальдгейма, в которой термин, предложенный Бленвилем, был использован в самом ее заглавии и был разъяснен в предисловии. Фишер не сослался при этом на Бленвиля, вероятно, просто потому, что считал этот термин уже знакомым ученому миру. В этой книге Фишера — множество ссылок на упомянутую работу Бленвиля. После выхода в свет книги Фишера новое название получает довольно широкое распространение в мировой литературе, прежде всего во французской, русской и английской. Так как работа Фишера значительно способствовала укоренению этого названия, то с течением времени широко распространилось мнение, что термин *палеонтология* был предложен почти одновременно Бленвилем во Франции и Фишером в России.

3. Слово *палеонтология* было и остается вполне удобным названием данной науки. Однако после победы учения Дарвина наука эта начала перестраиваться на основе дарвинистского понимания развития органического мира. Возникла эволюционная палеонтология, основателем которой мировая наука считает В. О. Ковалевского. В качестве эквивалента выражения «эволюционная палеонтология» можно, а в некоторых случаях более удобно, употреблять термин *палеобиология*, предложенный А. П. Павловым в 1897 г.

[1] В. А. Варсанофьева. А. П. Павлов и его роль в развитии геологии. М., 1941, стр. 212; 1947, стр. 234.
[2] O. Abel. Grundzüge der Palaeontologie der Wirbeltiere. Stuttgart, 1912, S. 15.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

К 50-летию СО ДНЯ СМЕРТИ А. С. ПОПОВА

Б. С. СОТИН

ИЗОБРЕТАТЕЛЬ РАДИО А. С. ПОПОВ

13 января 1956 г. исполнилось пятьдесят лет со дня смерти нашего выдающегося соотечественника, изобретателя радио Александра Степановича Попова, который первым показал практическую возможность использования электромагнитных волн как нового средства связи и продемонстрировал изобретенный им прибор, принимавший и регистрировавший электромагнитные сигналы. Величайшее изобретение Попова поставило имя русского ученого в один ряд с именами крупнейших ученых мира.

Великие научные открытия прошлого века в области электричества и магнетизма привели к установлению совершенно новых взглядов на многие явления природы. К таким открытиям относится прежде всего учение знаменитого английского физика Фарадея, выдвинувшего оригинальные идеи о существовании магнитных и электрических силовых полей. Фарадей полностью отказался от господствовавших в то время представлений, согласно которым взаимодействие магнитов или заряженных электричеством тел на расстоянии приписывалось особым свойствам предметов и совершенно не связывалось с участием промежуточной среды. По Фарадею, эта среда пронизана силовыми линиями, которые, подобно упругим тонким нитям, связывают между собой взаимодействующие тела. Развивая и совершенствуя свои научные представления, Фарадей пришел к мысли о том, что всякие изменения в состоянии электрических и магнитных полей передаются на расстояние с совершенно определенной и конечной скоростью в виде особых волн. Еще в 1832 г. он писал: «Некоторые результаты исследований, описанных в двух статьях под заголовком «Экспериментальные работы с электричеством», недавно прочитанных в Королевском обществе, и вопросы, вытекающие из них в связи с другими взглядами и опытами, привели меня к заключению, что на распространение магнитного воздействия требуется время, т. е. при воздействии одного магнита на другой отдаленный магнит или кусок железа влияющая причина (которую я позволю себе назвать магнетизмом) распространяется от магнитных тел постепенно и для своего распространения требует определенного времени, которое, очевидно, окажется весьма незначительным.

Я полагаю также, что электрическая индукция распространяется точно таким же образом. Я полагаю, что распространение магнитных сил от магнитного полюса похоже на колебания взволнованной водной поверхности или же на звуковые колебания частиц воздуха, т. е. я намерен приложить теорию колебаний к магнитным явлениям, как это сделано по отношению к звуку и является наиболее вероятным объяснением световых явлений.

По аналогии я считаю возможным применить теорию колебаний к распространению электрической индукции»[1].

Надо сказать, что современники не сразу восприняли идеи Фарадея, и продолжатель его дела появился лишь через несколько десятилетий. Это был Джемс Клерк Максвелл, крупнейший английский физик середины прошлого столетия, чьи физические и математические исследования явились прямым развитием учения Фарадея. В работе «О фарадеевых силовых линиях», опубликованной в 1855—1856 гг., Максвелл полностью присоединяется к воззрениям Фарадея на природу силовых линий, а в своих последующих трудах, в частности в работе «Динамическая теория электромагнитного поля» (1864), дает знаменитые уравнения, устанавливающие связь между электрической и магнитной силами и их изменениями во времени и пространстве. В математических формулах Максвелл вскрыл внутреннюю зависимость между электрическими и магнитными явлениями и показал, что изменение в какой-либо точке поля электрических сил влечет за собой появление и изменение сил магнитных. Из теории Максвелла следовало, что этот единый электромагнитный процесс, однажды начавшись, распространяется в пространстве в виде электромагнитных волн с совершенно определенной скоростью, равной скорости света. Выводы Максвелла подтверждали правильность предположений Фарадея и доказывали, в частности, что свет есть электромагнитные колебания, происходящие с определенной частотой. Из теории Максвелла следовало, наконец, что могут существовать в природе и другие разновидности светового луча, представляющие собой электромагнитные волновые процессы, но уже с другими длинами волн.

Правильность формул и вычислений Максвелла первым доказал на опыте известный немецкий физик Генрих Герц. Он нашел практический способ получения и обнаружения предсказанных Фарадеем и Максвеллом электромагнитных волн. Серией своих тонких опытов, проведенных в 1886—1889 гг., Герц подтвердил, что световые и электромагнитные волны подчиняются одним и тем же законам. Прибор для получения электромагнитных волн состоял из источника постоянного тока, катушки Румкорфа и придуманного им особого приспособления — вибратора, снабженного электрическим разрядником. При проскакивании между металлическими шариками разрядника электрических искр в пространство излучались электромагнитные волны. В качестве улавливателя приемника электромагнитных волн Герц применил прибор, подобный вибратору, который он назвал резонатором. При излучении волн вибратором между шариками резонатора проскакивали электрические искры. Пользуясь этим несложным прибором, Герц изучил свойства отражения и преломления электрических волн и опытным путем определил скорость их распространения. Он установил, как это и предполагал Максвелл, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света.

Ставя свои замечательные опыты, Герц не предвидел, что через какие-нибудь десять лет полученные им в лаборатории электромагнитные волны будут служить человеку и их практическое использование получит неограниченные возможности. Осуществить это выпало на долю А. С. Попова.

А. С. Попов родился в глухом, далеком поселке Турьинский рудник (ныне Краснотурьинск) на Урале 16 марта 1859 г. в семье священника. Попов с детства наблюдал работу на руднике, что способствовало развитию интереса к техническим знаниям; уже в детские годы мастерил Попов несложные механизмы в виде подъемных машин и водяных мельниц. Окончив местное начальное училище, а затем пермскую семинарию, Попов восемнадцатилетним юношей приехал в Петербург и блестяще сдал вступительные экзамены

[1] См. В. К. Лебединский и М. В. Шулейкин. Электрические колебания и волны. М., 1941, стр. 33.

в университет на математическое отделение физико-математического факультета.

В то время занятиями по физике в университете руководил известный профессор физики Ф. Ф. Петрушевский. Физические курсы вели начинающие профессора И. И. Боргман, О. Д. Хвольсон и Н. Г. Егоров — приверженцы новых идей в электромагнетизме, впоследствии крупные ученые и педагоги. Попов увлекся электротехникой и еще студентом стал посещать заседания организовавшегося VI (электротехнического) отдела Русского технического общества, в работе которого принимали участие выдающиеся русские электротехники П. Н. Яблочков, А. Н. Лодыгин, В. Н. Чиколев и Д. А. Лачинов. Общение с этими людьми и практическая деятельность (в свободное от учебных занятий время А. С. Попов занимался монтажом мелких электростанций и решением других практических задач) привели к значительному расширению его познаний в области электротехники. Направленность его интересов сказалась и на выборе темы дипломной работы, посвященной вопросу «О принципах магнитно- и динамо-электрических машин постоянного тока».

После успешного окончания университета (1882 г.) Попову было предложено остаться при кафедре физики для подготовки к профессорскому званию. Однако тяга к самостоятельным исследованиям в области электричества была настолько сильной, что он отказался от заманчивого предложения и предпочел поступить на работу в качестве ассистента по курсу гальванизма в Минный офицерский класс в Кронштадте. В Минном классе был неплохой по тому времени физический кабинет, и параллельно с преподаванием там проводилась серьезная научная работа по электротехнике и магнетизму. Это было время весьма интенсивных исследований в области применения электротехники в морском деле. Минная школа являлась первым электротехническим учебным заведением в России, и многие русские электротехники получили образование в ее стенах. Здесь, в физическом кабинете Минного класса, перед Александром Степановичем открылась полная возможность самостоятельной исследовательской работы, но, прежде чем рассказать о ней, следует несколько остановиться на другой стороне деятельности Попова, а именно на его педагогической работе, которой он в течение всей своей жизни отдавал так много времени и сил.

А. С. Попов был блестящим педагогом и лектором, страстно любил этот труд и вкладывал в него всю свою душу и талант. Он недолго оставался ассистентом в Минном классе и уже через год стал самостоятельно читать курс физики и электротехники. Александр Степанович настолько увлекательно проводил лекции и практические занятия со слушателями, что вскоре приобрел во флоте весьма широкую популярность как самый образованный и знающий электротехник. Профессор Н. Н. Георгиевский, работавший в то время в Минном классе ассистентом у Попова, характеризует этот период деятельности Александра Степановича в следующих словах: «К 1889 году ни один крупный вопрос, так или иначе соприкасающийся с областями физики и особенно электротехники, не решался в морском ведомстве без участия А. С. Попова. Такое быстрое завоевание авторитета в морской среде, помимо солидной подготовки и солидных теоретических знаний, объяснялось также и тем обаянием, которое производил А. С. Попов на всех соприкасавшихся с ним вдумчивым отношением к тем вопросам, которые ставились ему на разрешение, и постоянной готовностью итти навстречу в разрешении и освещении этих вопросов. Лично он никогда не стремился выдвинуться, но всегда выходило так, что несмотря на то, что основные курсы в классе были в руках других преподавателей, за советом обращались не к этим последним, а именно к нему»[1]. Как лектор Александр Степанович пользовался исключительной любовью слушателей за ясное и вместе с тем строгое изложение предмета. Им были составлены весьма оригинальные курсы по физике (в частности курс «Практической физики») и электротехнике и первый в России курс радиотехники. Особое значение в педагогической работе Попов придавал физическим опытам и демонстрациям на лекциях и много времени уделял конструированию необходимых для этого приборов. Некоторые лекционные опыты Попова, например показ нарастания тока в цепях с большой самоиндукцией, вошли в преподавание курса физики других высших школ.

[1] Н. Н. Георгиевский. «Электричество», 1925, № 4, стр. 212.

В Минном классе Александр Степанович проработал более семнадцати лет. В 1901 г. он был приглашен занять кафедру физики в Петербургском электротехническом институте. Профессорская деятельность составила для Александра Степановича новый этап в его педагогической работе. Весь свой опыт и мастерство он вложил в подготовку к лекциям и в организацию физического кабинета с необходимыми наглядными пособиями. Взгляды на преподавание физики Попов изложил в записке «Общее направление курса физики и ближайшие задачи научных работ в физической лаборатории Электротехнического института». В этой записке Александр Степанович подчеркивает необходимость вполне доступного изложения основ учения об электричестве с тем, чтобы шире ознакомить молодежь с идеями и физическими представлениями, которые возникли благодаря работам Фарадея, Максвелла и Герца. При этом Александр Степанович указывал на особую важность изучения электромагнитных волн и электрических колебаний, предвидя их широкое применение в будущем в жизни и практической деятельности человека.

Все свободное от педагогических занятий время А. С. Попов посвящал научно-исследовательской работе. Уже через год после окончания университета он опубликовал в журнале «Электричество» свою первую научную статью, в которой определялись условия наивыгоднейшего действия динамо-электрической машины. Занимался Александр Степанович главным образом вопросами электротехники, однако его научные интересы отличались значительной широтой. Например, в 1887 г. Попов активно участвовал в работе крупной экспедиции, выехавшей в Красноярск для изучения полного солнечного затмения. Принимавший участие в этой экспедиции профессор М. А. Шателен отмечает в своих воспоминаниях ту большую и тщательно подготовленную работу, которую провел Попов, взявший на себя организацию фотометрического изучения солнечной короны. Александр Степанович разработал метод изучения яркости разных точек короны, изготовил специальный фотометр и весьма успешно провел необходимые наблюдения.

Совершенно особый интерес проявлял Александр Степанович к явлениям, связанным с токами высокой частоты. Для своих работ в этой области он построил трансформатор высокой частоты и ряд других лабораторных приборов. Первые же известия о замечательных опытах Герца почти полностью определили дальнейшую деятельность А. С. Попова, ясно представившего себе, какие большие практические возможности таит в себе это научное достижение. Все свои силы Александр Степанович направляет на дальнейшее совершенствование приборов Герца и изучение природы электромагнитных волн. Собственные мысли и представления в этой области Попов излагает в ряде научных лекций на тему «О соотношении между световыми и электрическими явлениями» и сопровождает их блестящими, искусно подготовленными экспериментами. В одной из таких лекций, прочитанной в 1889 г., он впервые высказывает мысль о возможности применения электромагнитных волн для передачи сигналов на расстояние, и решение этого вопроса видит в изобретении особого прибора, который мог бы принимать эти волны и «заменить собой недостающие у человека электромагнитные чувства». Через шесть лет Александр Степанович претворил эту смелую идею в жизнь.

Не следует думать, что над разрешением задачи применения электромагнитных волн для целей сигнализации не работали многие изобретатели и ученые в других странах, но тем больше заслуга Попова, который первым ее решил и этим открыл новую страницу в истории культуры человечества. Из непосредственных предшественников Попова можно назвать имя английского физика Крукса, опубликовавшего статью о возможностях беспроволочной связи и вдохновившего на исследования в этой области другого английского ученого, Лоджа. Но ни Крукс, ни Лодж не достигли практических результатов, хотя последний и близко подошел к изобретению радио. Нельзя не отметить также и французского физика Бранли, работы которого способствовали изобретению радио. Бранли обнаружил у металлических порошков замечательное свойство — «спекаться» при воздействии на них электромагнитных волн и резко повышать при этом свою электрическую проводимость. Трубка Бранли под названием «когерер» стала неотъемлемой частью всех первых приемных устройств. Однако и Бранли впоследствии откровенно признал, что он и «не думал о передаче сигналов» и что «Телеграфия без проводов зародилась в действительности из опытов Попова»[1].

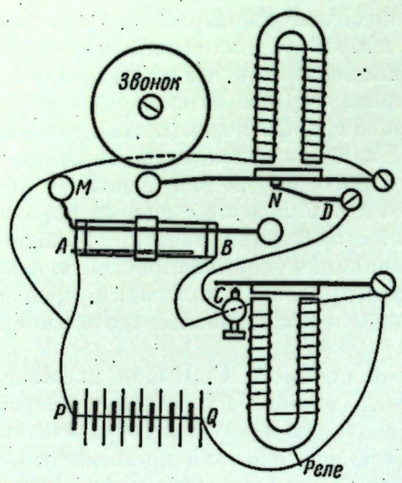


Рис. 1

Первое в мире радиоприемное устройство, которое могло уже успешно заменить человеку недостающие у него «электромагнитные чувства», продемонстрировал 7 мая 1895 г. на заседании физического отделения Русского физико-химического общества в Петербурге А. С. Попов. Правда, название сделанного им на этом заседании доклада «Об отношении металлических порошков к электрическим колебаниям» мало раскрывало сущность самого изобретения, а сам приемник (рис. 1) был скромно назван «грозоотметчиком», поскольку на первых порах, ввиду отсутствия достаточно мощных для целей сигнализации передатчиков, изобретатель с успехом применил его в метеорологии для изучения электрических разрядов в атмосфере и определения приближения грозы. Однако в заключение своего доклада А. С. Попов все же совершенно определенно заявил, что изобретенный им прибор при дальнейшем усовершенствовании может быть применен к передаче сигналов на расстояние при помощи электрических колебаний, как только будет найден источник таких колебаний, обладающий достаточной энергией. Содержание сделанного А. С. Поповым доклада было опубликовано в январе 1896 г. в журнале Русского физико-химического общества под названием «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний А. С. Попова».

Об успехах последующей работы по совершенствованию изобретенного им устройства Александр Степанович доложил в Русском физико-химическом обществе 24 марта 1896 г. Это было историческое выступление. Перед большой аудиторией, в присутствии известных ученых, А. С. Попов впервые в мире осуществил беспроволочную передачу текста при помощи радиоволн. Интересное воспоминание об этом волнующем событии оставил профессор О. Хвольсон, лично присутствовавший на этом заседании. «Станция отправления, — писал Хвольсон, — находилась в Химическом институте университета, приемная станция — в аудитории старого физического кабинета. Расстояние — приблизительно 250 м. Передача происходила таким образом, что буквы передавались по алфавиту Морзе, и притом знаки были ясно слышны. У доски стоял председатель физического общества проф. Ф. Ф. Петрушевский, имея в руках бумагу с ключом к алфавиту Морзе и кусок мела. После каждого передаваемого знака он смотрел в бумагу и затем записывал на доске соответствующую букву. Постепенно на доске получились слова Heinrich Hertz и притом латинскими буквами. Трудно описать восторг многочисленных присутствующих и овации А. С. Попову, когда эти два слова были написаны» (там же, док. 187).

[1] Изобретение радио А. С. Поповым. Сб. документов. Изд-во АН СССР, 1945, док. 61.

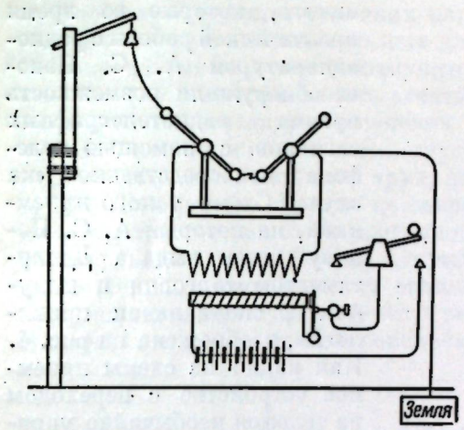


Рис. 2

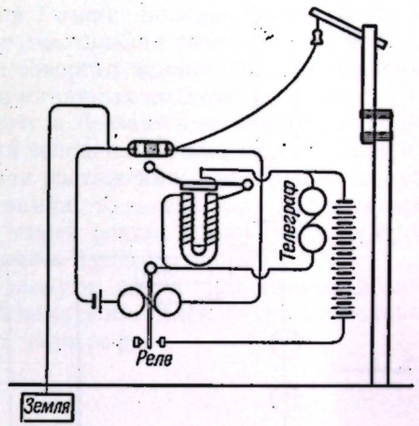


Рис. 3

Опыты А. С. Попова, которые велись под контролем Морского ведомства, с самого начала были окружены большой тайной, и этим во многом объясняется весьма скудное освещение их в печати. Все слишком хорошо представляли себе исключительное значение радиосвязи для флота.

Александр Степанович быстро совершенствовал свою аппаратуру, и если в начале 1897 г. ему удавалось обеспечить связь между кораблем и кронштадтским берегом всего на расстоянии 640 м, то уже через два года эта дальность была увеличена до 50 км. На рис. 2 и 3 показаны первые передающая и приемная установки Попова. Передающее устройство включало в себя катушку Румкорфа, в первичную цепь которой были введены батарея, прерыватель и ключ для манипуляции, т. е. посылки телеграфных сигналов. Концы вторичной обмотки катушки подходили к разряднику, соединенному в свою очередь с землей и излучающей антенной. При нажатии ключа в воздушном зазоре разрядника проскакивали электрические искры, возбуждался внешний, антенный, контур и в пространство излучались электромагнитные волны. Приемное устройство также состояло из внешнего контура (антенна — земля), в цепь которого включался особый прибор — когерер, представляющий собой стеклянную трубку, наполненную металлическим порошком. Под действием принимаемых антенной электромагнитных волн когерер увеличивал свою проводимость, ток в контуре, состоящем из батареи и обмоток реле, возрастал, и реле замыкало цепь, включающую батарею и телеграфный аппарат, который срабатывал и воспроизводил знак той или иной длительности на телеграфной ленте. В то же время замыкалась цепь показанного на чертеже электромагнита, притягивавшего специальный якорек. Последний ударял по трубке когерера, встряхивал содержавшийся в ней металлический

порошок, и вновь восстанавливал тем самым его первоначальное сопротивление. Таким образом, приемное устройство оказывалось готовым к приятию нового сигнала.

Особенно большим достижением Александра Степановича, намного увеличившим чувствительность приемного устройства, было изобретение им «телефонного» приемника, основанного на открытии его ближайших сотрудников—П.Н. Рыбкина и заведующего кронштадтским крепостным военным телеграфом капитана инженерной службы Д. С. Троицкого, которые во время практической работы с радиоаппаратурой А. С. Попова обнаружили возможность приема радиотелеграфных сигналов с помощью телефона непосредственно «на слух». Схема такого приемника, на который А. С. Попову была выдана Департаментом торговли и мануфактур специальная привилегия, изображена на рис. 4. Как видно из схемы приемное устройство с переходом на телефон необычайно упростилось. Отпала необходимость и в специальном встряхивателе металлического порошка, так как Попов разработал к тому времени новые самовосстанавливающиеся когереры.

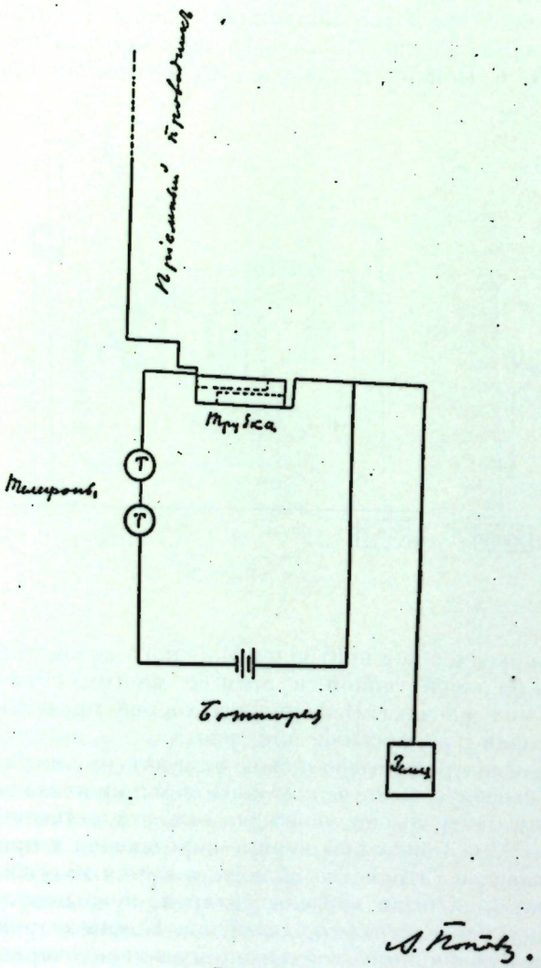


Рис. 4

Успешные опыты А. С.Попова приобрели вскоре широкую известность и вызвали живейший интерес ученых, а также многочисленных изобретателей всех стран. Одним из таких изобретателей, который сыграл крупную роль в дальнейшем развитии радиотехники, оказался молодой итальянец Гульельмо Маркони. В июне 1896 г., т. е. через полгода после опубликования Поповым упомянутой выше статьи «Прибор для обнаружения и регистрирования электрических колебаний», Маркони сделал в Англии заявку на аналогичное изобретение и спустя полтора года, в июне 1897 г., опубликовал первые сведения о своих опытах и приборах.

В 1900 г. на IV Всемирном электротехническом конгрессе работы Попова получили полное признание и были отмечены присуждением изобретателю почетного диплома и золотой медали.

Несмотря на успех, Попов не встал на путь саморекламы и не сделал из своего изобретения средства личной наживы. Он отличался удивительной скромностью и ему были совершенно чужды тщеславие и карьеризм.

Полное бескорыстие проявлялось у Александра Степановича во всем, даже в его отношении к публикации своих научных работ. «Есть два сорта людей, — говорил в своих воспоминаниях об А. С. Попове профессор А. А. Петровский,—одни имеют слабость к печатному слову и каждую, подчас неразработанную мысль стремятся закрепить определенными формами; другие работают в тиши лабораторий и только настоятельные требования почти насильно заставляют их браться за перо. А. С. Попов впадал в эту последнюю крайность. Он не любил писать. Мне самому случалось под влиянием какой-либо смелой мысли, высказанной покойным, спрашивать, не предполагает ли он развить эту мысль в одном из специальных журналов, и на это получался неизменно один и тот же ответ: «Как же, думаю, но руки не доходят»[1].

Работая в трудных условиях царской России, не имея достаточных материальных и технических средств для осуществления своих идей, Александр Степанович вместе с тем с возмущением отвергал заманчивые предложения, которые ему пытались делать агенты иностранных технических фирм. Цель своей жизни Александр Степанович видел в беззаветном служении горячо любимой родине и народу. «Я — русский человек, — говорил А. С. Попов,— и все свои знания, весь свой труд, все мои достижения, имею право отдавать только моей родине. И если не современники, то может быть потомки наши поймут, сколь велика моя преданность нашей родине и как счастлив я, что не за рубежом, а в России открыто новое средство связи».

Народ наш высоко ценит великие заслуги своего выдающегося соотечественника и навсегда сохранит в своей памяти имя Александра Степановича Попова, изобретателя беспроволочного телеграфа.

Е. А. ПОПОВА-КЬЯНДСКАЯ

А. С. ПОПОВ НА ВСЕРОССИЙСКИХ СЪЕЗДАХ ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ И ВРАЧЕЙ

(Из неопубликованных материалов)

Знаменательными событиями в научной жизни России являлись всероссийские съезды естествоиспытателей и врачей.

С 1868 г. эти съезды собирались через каждые два-три года в Петербурге и других городах России.

Материалы из дневников и протоколов съездов естествоиспытателей, газетные сообщения, неопубликованные документы, обнаруженные в личном архиве А.С. Попова, дают возможность точно установить содержание и время его выступлений на съездах.

Огромное влияние на формирование научного мировоззрения А. С. Попова имел VIII съезд естествоиспытателей, открывшийся в Петербурге в декабре 1889 г.

Известный русский ученый, профессор А. Г. Столетов, на объединенном заседании съезда выступил с докладом «Эфир и электричество», затем на заседаниях секции физики он дважды демонстрировал опыты к своей работе «Актиноэлектрические явления».

На этом же съезде профессор Н. Г. Егоров выступил с демонстрациями опытов Герца.

Участники съезда (секции физики) 5 января 1890 г. посетили Минный офицерский класс в Кронштадте, славившийся богатым оборудованием физического кабинета. Здесь впервые перед широкой научной общественностью России и выступил А. С. Попов. Газета «Кронштадтский вестник» (№ 4 от

[1] ЖРФХО, т. XXXVIII, 1906, вып. 1, стр. 6.



А. С. Попов среди участников секции физики XI съезда естествоиспытателей и врачей (1901 г.)

10.I.1890 г.) сообщает: «... осмотр лабораторий окончился сообщением преподавателя класса А. С. Попова о весах Томсона и электромере Эдельмана. Демонстрация этих редких приборов, представлявших новость для очень многих, возбудила большой интерес и вызвала много вопросов со стороны слушателей».

Выступления профессоров А. Г. Столетова и Н. Г. Егорова на съезде сыграли решающую роль в выборе направления работ А. С. Поповым, и все свои исследования последующего периода он посвящает электромагнитным волнам.

Экспериментаторские способности А. С. Попова позволили ему в короткое время не только освоить технику демонстрации наблюдавшихся им на съезде опытов, но и значительно усовершенствовать их.

После VIII съезда естествоиспытателей и врачей А. С. Попов неоднократно выступал в собрании минных и других офицеров с докладами, посвященными работам Герца и Столетова, сопровождая доклады блестяще поставленными опытами.

X съезд естествоиспытателей проходил в Киеве, в августе 1898 г. Непосредственного участия в этом съезде А. С. Попов не принимал, однако о его работах в секции метеорологии 28 августа 1899 г. сообщил профессор Д. А. Лачинов в своем докладе «О колебательных разрядах атмосферного электричества и грозоотметчике А. С. Попова».

Д. А. Лачинов отметил, что прибор А. С. Попова может быть применен в телеграфировании без проводов и что творцом телеграфа без проводов следует считать А. С. Попова.

По предложению председателя заседания профессора Н. Д. Пильчикова, в протокол секции метеорологии участники съезда записывают «живейшую благодарность А. С. Попову».

XI съезд естествоиспытателей и врачей происходил в Петербурге в конце 1901 г. Торжественное открытие съезда состоялось 20 декабря в зале филармонии. На открытии съезда заслуженный профессор Московского университета Н. А. Умов произнес речь «Физико-механическая модель живой материи».

По сравнению с предыдущими съездами, XI съезд оказался самым многолюдным, в его работе принимало участие около 5 тысяч человек.

В работе секции физики принимали участие профессора и преподаватели университетов Петербурга, Москвы, Киева, Харькова, Одессы, Казани, Томска, Варшавы.

В личном архиве профессора Томского университета Ф. Л. Капустина, друга и родственника А. С. Попова, сохранилась фотография группы участников секции физики, публикуемая здесь впервые.

На заседаниях XI съезда А. С. Попов выступал дважды. 22 декабря участники съезда посетили Петербургский электротехнический институт, помещавшийся в то время на Ново-Исаакиевской улице (ныне улица декабриста Якубовича). Здесь в большой электротехнической аудитории А. С. Попов сделал сообщение о своих работах по телеграфированию без проводов, сопровождая доклад демонстрацией своих приборов в действии. Затем в физическом кабинете института он ознакомил посетителей с прибором собственной конструкции для опытов с критической температурой и другими новыми приборами, имевшимися в лаборатории.

Подробное описание выступления А. С. Попова в Физическом институте Петербургского университета дается в рукописи, сохранившейся в личном архиве А. С. Попова. Она не была опубликована. Автора рукописи выяснить не удалось, но ввиду большого интереса сообщаемых сведений, приводим полностью текст этой рукописи.

Два опыта профессора А. С. Попова

27 декабря 1901 года на заседании съезда естествоиспытателей в секции физики проф. А. С. Попов прочел доклад об изобретенном им способе телеграфирования без проводов, причем им был демонстрирован ряд весьма интересных опытов.

Опишем вкратце два из них.

Первый опыт состоял в том, что была получена депеша из Электротехнического института посредством передачи электрических волн через воздух. Расстояние от Электротехнического института до Физического института при С.-Петербургском университете, где происходило заседание, равняется по воздушной линии 1 версте. Уже за несколько дней до этого заседания в физической аудитории Электротехнического института были поставлены, по указаниям проф. Попова, все необходимые для опыта приборы. От них шла проволока через отверстие в окно вдоль наружной стены здания института на крышу и далее по мачте, привязанной к громоотводу, заканчиваясь свободным концом, висевшим в воздухе. Точно такое же приспособление имелось на здании Физического института. Самый опыт был произведен таким образом: на вызов проф. Попова последовал ответный сигнал в виде ряда отрывистых ударов электрического звонка; затем обыкновенный телеграфный прибор изобразил на бумажной ленте три предварительно по условию установленных слова: имя, отчество и фамилию покойного проф. Столетова. Несколько лет тому назад этот ученый на одном заседании произнес речь о значении эфира, главным образом для будущности; эта речь и побудила проф. Попова.

заняться исследованием электрических волн в связи с вопросом о передаче их на расстояние.

Другой интересный опыт, представляющий как бы повторение вышеописанного в уменьшенном виде, состоял в том,что передавались электрические волны на расстояние в несколько шагов, в пределах комнаты. В качестве прерывателя тока проф. Попов пользовался в этом случае обыкновенным механизмом электрического звонка, у которого была только удалена звучащая чашечка, так что при замыкании тока молоточек только колебался взад и вперед, не производя никакого звука. Металлический прут, приделанный к стойке якоря, играл здесь роль мачты в миниатюре. Сухой элемент, обыкновенная кнопка для замыкания и размыкания тока, наконец и самый прерыватель с прутом — все эти части были прикреплены на одной небольшой доске, которую можно было переносить по комнате. Приемный аппарат с когерером системы Попова, снабженный таким же прутом, стоял на столе и соединялся то с электрическим звонком, то с обыкновенным телеграфным прибором Морзе. Взяв доску с прерывателем в руку, проф. Попов, идя по комнате, нажимал на кнопку, тогда как соединенный с приемным аппаратом звонок то коротким, то продолжительным звонком показывал, на какое время был замкнут ток на доске. Затем звонок был выключен; его место занял телеграфный аппарат, который сообразно с тем, как долго проф. Попов заставлял ток проходить через прерыватель на доске, посредством пишущего прибора отмечал на бумажной ленте то точку, то черту — основные знаки телеграфного алфавита. Опыты удались весьма отчетливо и ясно.

Факт передачи из Электротехнического института в университет и текст радиограммы подтверждает газета «Русские ведомости» (№ 353 от 31.XII 1901 г.), здесь же приводится и краткое содержание доклада А. С. Попова.

Изложив историю вопроса, профессор Попов остановился на опытах Маркони между Францией и Корсикой, а затем рассказал о собственных опытах на Черном море и о применении беспроволочного телеграфа между островами Готланд и Котка во время снятия с камней броненосца «Генерал-адмирал Апраксин».

О выступлении и большом интересе, который вызвал доклад А. С. Попова на XI съезде естествоиспытателей, рассказывает «Петербургская газета» (№ 358 от 30.XII 1901 г.). И здесь подтверждается факт передачи радиограммы «Александр Григорьевич Столетов».

Такой текст со стороны А. С. Попова был знаком благодарности и глубокого уважения к памяти выдающегося русского ученого, побудившего его заняться исследованиями в области электромагнитных волн и применении их к телеграфированию без проводов.

Приводим ниже выдержки из статьи, помещенной в «Петербургской газете»:

Торжество русского ученого.

Заседающий в Петербурге XI съезд естествоиспытателей и врачей ознаменовался событием, заслуживающим быть сугубо отмеченным.

На одном из последних заседаний произошло торжество русского изобретателя. Мы заметим, что это событие требует сугубой отметки и это потому, что до сих пор судьба русских изобретателей была очень печальна, особенно в России. На них оправдывалось всецело древнее изречение: «Нет пророка в своем отечестве». Изобретения их не были поддерживаемы ни людьми науки, ни людьми опыта, и хотя прав Ломоносов,

Что может собственных... Невтонов
Российская земля рождать....

но эти Ньютоны, если рождались, то умирали в неизвестности и нищете, и в лучшем случае их изобретения покупались иностранцами.

На наших глазах это произошло с Яблочковым.

В худшем случае русские изобретатели дожидаются подобных же изобретений за границей и с горечью читали, как иностранная, а за нею и отечественная печать, на все лады восхваляла запоздавших иностранных изобретателей.

Правда, кое-где в газетах промелькнет заметка, что такой-де раньше изобрел то-то, но так и останется заглушенной гулом похвал иноземному изобретению.

Как же после этого не отметить сугубо факт, когда перед представителями русской... науки воздана должная честь русскому изобретателю.

Это случилось с А. С. Поповым,изобретателем беспроволочного телеграфа. Под гром восторженных аплодисментов демонстрировал он свое изобретение и произвел опыты...

М. И. РАДОВСКИЙ

А. С. ПОПОВ НА МЕЖДУНАРОДНЫХ ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКИХ СЪЕЗДАХ

Александр Степанович Попов принимал участие в международных научных съездах еще до того, как решил проблему беспроволочной телеграфии, над которой работали виднейшие исследователи многих стран.

Впервые Попов поехал за границу в 1893 г. в Чикаго на Колумбийскую выставку. Одновременно с выставкой был организован III Всемирный электротехнический конгресс, возглавлявшийся знаменитым немецким ученым Г. Гельмгольцем. В числе делегатов от России Попов представлял морское ведомство. При выдвижении кандидатуры Попова указывалось: «означенную командировку с наибольшей пользой для класса и Морского министерства мог бы выполнить преподаватель Минного офицерского класса и Технического училища Морского ведомства Попов, специально изучающий практическое применение электричества»[1].

Сохранились письма А. С. Попова из Америки, частично опубликованные его зятем, профессором Г. А. Кьяндским. Из этих материалов видно, что в Америке Попов с глубоким вниманием изучал все новое, что демонстрировалось на выставке; интересовался научными и техническими учреждениями Нового света, особенно лабораторией Эдисона; осмотрел, кроме Чикаго, Нью-Йорк и Филадельфию, где посетил высшие учебные заведения и заводы. За время своей поездки по Америке Попов имел возможность ознакомиться с работами выдающихся исследователей, таких как сербский электротехник Н. Тесла, прославившийся к тому времени изысканиями в области высоких частот, как главный инженер английских телеграфов В. Прис, демонстрировавший в Чикаго опыты по беспроволочной передаче сигналов на расстояние, пользуясь при этом не электромагнитными волнами,а явлением индукции (что не могло привести, как выяснилось впоследствии, к успешным результатам).

Связи Попова с зарубежными учеными значительно расширились после того, как его великое открытие стало достоянием ученого мира. Профессор Б. Угримов в своих воспоминаниях рассказывает, что когда он в 1898 г. по окончании Московского высшего технического училища был послан для усовершенство-

[1] Изобретение радио А. С. Поповым. Сб. документов и материалов. Изд-во АН СССР, 1945, стр. 49.



Диплом, присужденный А. С. Попову на Всемирной выставке в Париже в 1900 г.

вания в Берлинскую высшую техническую школу, к нему обратился профессор А. Слаби, впоследствии крупнейший немецкий радиоспециалист, с просьбой предоставить ему возможность подробнее ознакомиться с работами Попова. Угримов написал Попову и получил от него обстоятельный ответ. «В скором времени А. С. Попов выслал мне довольно толстую бандероль со своими докладами по регистрации грозовых разрядов и другими, читанными в публичных собраниях Русского физико-химического общества и других открытых собраниях. Сопровождавшее бандероль письмо извещало меня, что А.С. Попов очень рад, что Германия заинтересовалась его работами и что в мае, проездом в Париж, он побывает у меня»[1].

В следующем, 1899 г. Попов ездил в Западную Европу; в Германии он подробно ознакомился с работами Слаби, в распоряжении которого были средства для опытов на море и воздушные шары военного ведомства. Еще раньше, на основании опубликованных результатов опытов Слаби, Попов убедился, что немецкий ученый шел по открытому им, Поповым, пути. «Результаты первых его (Слаби) опытов опубликованы, — писал Попов контр-адмиралу К. Д. Остелецкому,— и по сравнению с нашими почти тождественны»[2].

Наиболее тесными были связи Попова с Францией, где он впервые получил широкое признание. Инженер Дюкрете, узнав об изобретении Попова, стал по его советам и указаниям строить аппараты беспроволочной

[1] Б. Угримов. На заре радио (историческая справка). «Говорит СССР», 1935, май, № 9, стр. 10.
[2] Изобретение радио А. С. Поповым..., стр. 109.



А. С. Попов (последний снимок, 1905 г.)

телеграфии. Он выступал в парижских научных обществах с докладами о новом средстве связи, воздавая должное трудам Попова. Об этом Попов с признательностью писал: «Г-н Е. Дюкрете, инженер и фабрикант научных приборов, обратил внимание на мою работу, опубликованную в 1895 г., и восстановил мои права на первенство в изобретении перед французскими учеными и техническими обществами. Пользуясь моими указаниями и средствами своей прекрасной мастерской, г-н Дюкрете построил вполне законченный прибор для телеграфирования без проводников»[1].

Научное сотрудничество Попова с Дюкрете было длительным. Они вместе выступали в прессе: так, в печатном органе Парижской Академии наук «Comptes Rendus» (1900, p. 1296) была опубликована их статья о применении телефонного приемника в беспроволочной передаче сообщений на расстояние.

Из большого числа ученых, с которыми Попов встречался во Франции, необходимо упомянуть выдающегося физика А. Блонделя, почетного члена Академии наук СССР (избран в 1932 г.).

[1] Изобретение радио А. С. Поповым..., стр. 109.

(1296)

est comparable à γ et β, on devra employer les équations complètes (2) et (4). »

TÉLÉGRAPHIE. — *Application directe d'un récepteur téléphonique à la télégraphie sans fil.* Note de MM. Popoff et Ducretet, présentée par M. A. Cornu.

« En mai 1899, M. Popoff, au cours de ses expériences de télégraphie sans fil à grande distance, observa qu'il était possible d'introduire directement un téléphone dans le circuit d'un radio-conducteur et d'une pile, et de recevoir ainsi les signaux hertziens émis à grande distance.

» En juillet 1899, M. Popoff rendit pratique sa nouvelle méthode radio-téléphonique, dont l'importance est réelle puisqu'*elle supprime le relais et le frappeur ou décohéreur automatique* des récepteurs généralement employés en télégraphie sans fil et qu'elle permet la réception des signaux à de plus grandes distances.

» Les postes officiels établis en Russie, par les soins de M. Popoff, entre l'île de Hohland et la ville de Kotka (47 kilomètres), ont pu ainsi fonctionner par tous les temps et rendre de grands services. Sous l'action des ondes électriques, des variations de résistance se produisent dans le circuit : pile, radio-conducteur, téléphone; elles modifient l'intensité du courant dans le circuit; et, par suite, ces variations intermittentes *sont directement perceptibles au téléphone*, même pour des radiations électriques de très faible puissance agissant sur le radio-conducteur.

» La figure ci-contre est celle de ce poste radio-téléphonique; il est très portatif :

» B*r* est le radio-conducteur *Popoff-Ducretet*; il est démontable, hermétique et disposé pour recevoir, entre ses électrodes, soit des grains de charbon dur, soit des grains métalliques, soit des tiges légères reposant librement sur des supports électrodes en charbon. Une charnière permet de donner l'inclinaison voulue, suivant les cas, et convenable à ce système microphonique spécial : il est sensible aux ondes électriques de très faible puissance.

» La monture de ce radio-conducteur B*r* est munie d'un réservoir à fermeture hermétique recevant une matière desséchante que l'on peut renouveler rapidement. Il est ainsi possible de faire usage de métaux facilement oxydables, l'intérieur du radio-conducteur étant à l'abri de l'humidité et du renouvellement de l'air.

Страница из статьи А. С. Попова и Е. Дюкрете, напечатанной в «Comptes Rendus»

С Парижем связан международный триумф Попова. В 1900 г., во время Всемирной выставки, состоялся очередной Международный электротехнический конгресс, на котором был заслушан доклад Попова «Непосредственное применение телефонного приемника в телеграфировании без проводов». Доклад касался нового изобретения в «искровой телеграфии», как называли тогда область радиосвязи.

Изобретение было запатентовано в России, Франции и Англии. Имя Попова неоднократно упоминалось в докладах на конгрессе, в частности в обзорном докладе А. Блонделя и Г. Ферье, где отмечалось историческое значение того вклада в науку, который внес Попов, применив электромагнитные волны для передачи сигналов на расстояние без проводов.

Особое впечатление на делегатов конгресса произвело известие о том, что благодаря установлению связи с морскими судами по беспроволочному телеграфу удалось спасти много человеческих жизней от неминуемой гибели: по радио ледоколу «Ермак», находившемуся в море, было передано распоряжение оказать помощь финским рыбакам, унесенным на льдине в море. В протоколах конгресса мы читаем:

«Станции, установленные в Финском заливе между островами, отстоящими на 47 км (Котка и Гогланд), показали вследствие успеха передач, осуществленных зимой (в начале 1900 г.), что такая связь без проводов может быть принята в эксплуатацию между островами, до тех пор лишенными всяких средств связи. Эта связь без проводов была установлена в целях спасения русского броненосца «Генерал-адмирал Апраксин», потерпевшего аварию у берегов острова Гогланд последней зимой при 20° ниже нуля. После установления связи оказалось возможным телеграфировать по беспроволочному телеграфу об отрыве льдины близ Лавенсари, уносившей группу рыбаков, находившуюся на ней, к открытому морю. Телеграмма о тревоге, подписанная адмиралом Авеланом, была принята ледоколом «Ермак», и 27 рыбаков, бедствовавших на льдине, были спасены от неминуемой гибели. Таким образом, первое практическое применение беспроволочной телеграфии в России послужило гуманным целям, и это обстоятельство было отмечено русской прессой с особым подъемом, так же как и успех спасения броненосца, связь с которым поддерживалась без проводов на расстоянии в 47 км. В течение 84 дней станции обменивались 440 официальными телеграммами в установленные часы; наиболее длинная телеграмма содержала 108 слов. Регулярная связь была обеспечена телеграфистами Русского инженерного корпуса»[1].

Официальным представителем от России на этом конгрессе был ныне старейший советский электротехник М. А. Шателен. Он был избран вице-президентом конгресса. В его записках имеются воспоминания «О работах А. С. Попова на Парижском Международном конгрессе по электричеству в 1900 г.». Доклад Попова в переводе на французский язык был оглашен М. А. Шателеном, который в своих мемуарах описал впечатление, произведенное докладом на присутствовавших ученых: «При обмене мнений по моему докладу было отмечено, что первая практическая установка телеграфа без проводов в России послужила средством на пользу человечества, способствуя спасению 27 жизней»[2]. Официальное признание заслуг Попова выразилось в присуждении ему диплома и медали.

В 1903 г. в Берлине собралась предварительная конференция по вопросам эксплуатации беспроволочного телеграфа. В ней принимали участие представители России, Англии, Франции, Германии, США, Австрии, Италии и Испании. В составе русской делегации был и А. С. Попов. Как протоколы конференции, так и письма самого А. С. Попова свидетельствуют о том ува-

[1] Изобретение радио А. С. Поповым, стр. 192.
[2] Там же, стр. 292.

жении, которым он пользовался среди собравшихся ученых разных стран. «Я должен быть очень доволен тем вниманием, которое мне оказывают все делегаты»,—отметил Попов в письме к жене.

Занятия конференции, по замыслу ее инициаторов, носили подготовительный характер. В следующем году должна была быть созвана главная, или как ее еще называли, решающая конференция. Но этому помешала вспыхнувшая русско-японская война. Конференция собралась только в 1906 г., когда Попова уже не было в живых.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

ЮАНЬ ХАНЬ-ЦИН

ВОЗНИКНОВЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ В КИТАЕ

Изобретение способа производства бумаги явилось одним из важнейших вкладов нашего народа в мировую культуру. Кем была изобретена бумага? Я думаю, что на это каждый ответил бы, что бумага была изобретена Цай Лунем в Восточную Хань (23—220 г.). Однако такой примитивный ответ не может удовлетворить. Этот вопрос нуждается в глубоком исследовании и требует более детального разъяснения. Возникает целый ряд других вопросов: была ли известна бумага до Цай Луня? На основании чего мы полагаем, что Цай Лунь изобрел бумагу? Как проходило развитие производства бумаги в нашей стране на протяжении длительного времени? Как постепенно менялось сырье для производства бумаги? Как шло распространение бумаги и способа ее производства из Китая за границу? В китайских древних письменных источниках содержится очень мало сведений об этом, поэтому необходимы специальные исследования во многих областях. В своей статье я попытаюсь ответить на поставленные вопросы.

ИМЕЛАСЬ ЛИ В КИТАЕ БУМАГА ДО ЦАЙ ЛУНЯ?

До изобретения бумаги в Китае для письма применялись бамбуковые и деревянные планки и шелковые ткани. В Европе употребляли папирус и пергамент. Но они были дорогостоящими и неудобными. После изобретения бумаги они постепенно вышли из употребления.

В трудах по истории Китая принято считать, что бумага была изобретена в 105 г. н. э. Цай Лунем. Однако можно привести много убедительных аргументов в пользу того, что и до 105 г. уже имелась бумага, состоящая из растительных волокон.

Сначала мы остановимся на вещественных доказательствах, а затем перейдем к исследованию письменных источников.

В 1942 г. при раскопках развалин ханьских стоянок в Северо-Западном Китае у побережья реки Эцзинахэ нашли бумагу, относящуюся к Ханьской эпохе (206 г. до н. э.—220 г. н. э.). Эта бумага была обнаружена непосредственно в траншее, где производились раскопки. Впоследствии в результате анализа, сделанного ботаниками, было установлено, что эта бумага состоит из растительных волокон. Раскопки развалин ханьских стоянок производились и ранее, причем были найдены остатки бумаги с надписями, на которых наиболее ранние даты относятся к 93 г. н. э., наиболее поздние — к 98 г. н. э. Даже если считать, что обнаруженная во время этих раскопок бумага относится к 98 г. н. э., то и это уже на семь лет ранее 105 г., который принято считать годом изобретения в Китае бумаги. Это — остатки наиболее древней

бумаги во всем мире, известной в настоящее время. Конечно, мы можем предположить, что после изобретения бумаги Цай Лунем она была завезена в Северо-Западный Китай. Однако это маловероятно. Мы считаем, что для этого предположения нет никаких оснований. Следовательно, мы можем считать, что бумага, обнаруженная во время раскопок развалин ханьских стоянок, является одним из важнейших доказательств того, что до Цай Луня в Китае бумага уже была известна.

Теперь остановимся на записях, содержащихся в древних письменных источниках и показывающих, что в Западную Хань (206 г. до н. э.—6 г. н. э.) уже имело место применение бумаги.

В толковом словаре «Шовэнь цзе цзы», составление которого было закончено в 100 г., т. е. за 5 лет до того, как Цай Лунь преподнес бумагу императору, содержится объяснение слова «бумага». В комментариях к толковому словарю «Шовэнь цзе цзы» Дуань Юй-цай (1735—1815 гг.) писал, что способ изготовления бумаги был найден в результате промывки шелковой ваты. У нас в стране выращивание хлопка было начато только в Сунскую эпоху (420—479 г. н. э.), поэтому в древности китайцы применяли шелковую вату как важнейшее средство защиты от холода, и промывка шелковой ваты была очень распространенным занятием. Во время промывки под вату подкладывались цыновки. Когда вата подвергалась обработке специальными палками, то возможно, что на цыновке оставался плотный тонкий слой шелковой ваты, пригодный для письма на нем. Этот материал был значительно более дешевым, чем шелковые ткани, применявшиеся для письма. В исторических трудах, относящихся к древнему периоду истории Китая, есть записи о том, что императоры очень любили писать тушью на бумаге. Так, в «Хоухань цзи», которая была составлена Юань Хуном (328—376 гг.), содержится следующая запись: «..Зимой в октябре 102 г. на престол вступил император из фамилии Дэн. ... Император не любил увеселений, в его доме всегда водились бумага и тушь, и он усердно занимался». В примечании Ху Сань-шэна (1230—1287 гг.) к этой фразе говорится: «Это свидетельствует об ошибочности утверждения, что бумага была изобретена Цай Лунем». Издавна многие считали, что Цай Лунь только усовершенствовал технику производства бумаги. Чжан Хуайгуань, живший в Танскую эпоху (618—907 гг.), писал в своей книге «Шудуань»: «Во время расцвета, наступившего в Ханьский период, бумага пришла на смену деревянным и бамбуковым планкам, в годы правления императора Хэ-ди (89—106 г. н. э.) Цай Лунь прекрасно знал искусство производства бумаги». Чэнь Цзю в эпоху Северная Сун писал в «Фусюаньских заметках»: «Бумага была известна ранее, Цай Лунь только усовершенствовал способ ее производства, а не изобрел его».

Высказывания танских и сунских ученых соответствуют исторической истине. Многие изобретения древности были сделаны трудящимися массами в процессе производственной практики, и зачастую трудно приписать их тому или иному лицу. По истечении некоторого времени после изобретения опыт предшествующих лет обобщался, что безусловно способствовало дальнейшему повышению техники производства. Так обстояло дело и с изобретением бумаги.

Еще в Западную Хань ремесленники, занимавшиеся промывкой шелковой ваты, как мы уже говорили, получали тонкий слой, состоящий из волокон шелка-сырца, пригодный для письма. Этим объясняется наличие в иероглифе «чжи» («бумага») элемента, обозначающего шелк. Шелк-сырец состоит из волокон животного альбумина, отличающихся от волокон, состоящих из углеродистых веществ растительного происхождения. При резком различии в химическом составе, они в то же время обладают сходными физическими свойствами. Сейчас, конечно, уже никто не производит бумагу из шелка-сырца, так как это неэкономично; кроме того, бумага, приготовленная из этого сырья, не отличается высокими качествами. Вплоть до Танской династии

существовал термин «кокономая бумага», хотя шелковичные коконы уже не являлись сырьем для производства бумаги; это обстоятельство тоже свидетельствует об историческом происхождении термина «чжи» («бумага»). Переход от животных волокон, как сырья для производства бумаги, к растительным волокнам происходил постепенно. Вероятно, этот переход совершался в Западную Хань. Заслуживает внимания то обстоятельство, что в письменных источниках, рассказывающих о производстве бумаги Цай Лунем, упоминается о том, что сырьем служили старые рыболовные сети. Рыболовные сети делались из веревок. После длительного нахождения в воде, конопляные волокна веревок превращались в грубую бумажную массу.

Поэтому процесс развития производства бумаги можно представить как постепенный переход от получения бумаги в результате промывки шелка к бумаге, получаемой в результате длительного вымачивания в воде рыболовных сетей. Цай Лунь, влиятельный вельможа в Восточную Хань, усовершенствовал способ производства бумаги, изобретенный народом и предложил его императору. Мы можем утверждать, что до Цай Луня уже существовала бумага, которая изготовлялась из растительных волокон.

Здесь следует отметить, что утверждение относительно того, что способ производства бумаги был изобретен Цай Лунем, основывалось главным образом на тех сведениях, которые содержатся в разделе «Биография Цай Луня» книги «Хоухань шу».

Раньше ученые считали «Хоухань шу» официальной историей, а сведения, изложенные в ней, — достоверными. В действительности же ее исследование показало, что биография Цай Луня не может претендовать на большую достоверность. Раздел «Лечжуань» («Биографии») в «Хоухань шу» был составлен Фань Хуа (398—445 гг.) в 20-х годах V в., т. е. триста лет спустя после смерти Цай Луня.

На основании имеющихся сейчас материалов мы можем сделать следующий вывод: бумага была изобретена трудящимися Китая в Западную Хань. Первоначально сырьем для производства бумаги служили волокна животного происхождения, получаемые из шелка-сырца, затем постепенно перешли к использованию растительных волокон конопли и льняных тканей; кроме того, со временем в качестве сырья стали использовать древесную кору и тряпье.

В эпоху Восточная Хань императорский вельможа Цай Лунь, уделявший внимание развитию ремесленного производства, обобщив предшествовавший опыт производства бумаги, распространенный среди народа, усовершенствовал технологию приготовления бумаги и тем способствовал ускорению развития бумажного производства. Цай Лунь только усовершенствовал способ производства бумаги, а не изобрел его. Эта точка зрения соответствует историческим фактам. При этом мы, конечно, должны признать вклад, сделанный Цай Лунем в технику производства бумаги.

РАЗВИТИЕ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ В КИТАЕ

До того как для производства бумаги стали применять машины и древесную массу, в Китае на протяжении длительного времени развивалось и непрерывно совершенствовалось ремесленное производство бумаги. К сожалению, об этом сохранилось очень мало записей; материал по этому вопросу, содержащийся в различных книгах, весьма незначителен. Химиками еще не исследованы сохранившиеся с древних времен остатки бумаги. Все это затрудняет тщательное исследование вопроса развития производства бумаги. Тем не менее мы все-таки можем на основании имеющихся у нас данных проследить процесс развития производства бумаги в Китае.

1. Изготовление бумаги из бамбука

В Восточную Хань сырьем для производства бумаги служили главным образом древесная кора, конопля, тряпье тканей, изготовленных из конопли, и старые сети, которые тоже делались из конопли, т. е. во всех случаях исходным материалом служили конопля и древесная кора.

Известно, что впоследствии важнейшим сырьем для кустарного производства бумаги стал бамбук. Бамбуковая бумага была основным предметом производства многих южных районов страны. В какой период бамбук стал использоваться в качестве сырья для изготовления бумаги, что свидетельствовало о развитии техники производства бумаги? Этот вопрос предстоит решить ученым, занимающимся проблемами истории развития производства бумаги в Китае. В древних письменных источниках об этом сказано очень мало. Мне удалось обнаружить только отдельные отрывочные материалы, показывающие, что в период династии Сун в районе к югу от реки Янцзы производство бамбуковой бумаги было очень развито. Вместе с тем в «Дунпоских заметках», относящихся к тому же периоду, содержится следующая запись:

«В настоящее время для производства бумаги употребляется бамбук, чего не делали прежде». Это говорит о том, что из бамбука бумага стала изготавливаться, вероятно, только в X в.

В периоды династий Мин и Цин больше всего бамбуковой бумаги изготовлялось в провинциях Цзянси и Фуцзянь. И в настоящее время эти провинции все еще являются важнейшими районами производства бумаги.

2. Производство бумаги из тростника

На протяжении многих столетий бумага в Китае изготовлялась из волокон тростника. Самые ранние упоминания об этом содержатся в книге «Бэйтан шучао» Ли Ши-наня (558—638 гг.), где приводятся высказывания Фань Нина: «Бумага, изготовлявшаяся из грубых волокон пшеничной и рисовой соломы, не была пригодна для потребностей официального делопроизводства, и был отдан приказ изготавливать бумагу из тростника».

Тростниковая бумага, так же как и бамбуковая, производилась в районе к югу от Янцзы. Она изготовлялась в бо́льших масштабах, чем бамбуковая, и широко использовалась в период династии Тан; ее употребляли для письма император и духовенство.

В письменных источниках, относящихся к периоду Сунской династии, хотя и встречаются отдельные упоминания о применении тростниковой бумаги, однако ей принадлежит лишь второстепенное место. Это, вероятно, объясняется тем, что тростник растет гораздо медленнее, чем бамбук, поэтому бумага из него пришла на смену тростниковой; только немногие продолжали изготовлять бумагу из тростника.

3. Изготовление бумаги из конопли, древесной коры и другого сырья

Бумага, изготовляемая из конопли, на протяжении длительного времени служила важнейшим материалом для письма и печатания книг. Для сохранившихся до настоящего времени даосских канонов, переписанных в эпоху шести династий и в Танскую эпоху, а также для рукописей Сунской эпохи была использована главным образом конопляная бумага.

Профессор ботаники Венского университета И. Визнер (J. Wiesner), анализируя под микроскопом остатки бумаги, обнаруженной в 1907 г. на западе провинции Ганьсу М. А. Штайном (M. A. Stein), пришел к выводу, что эта бумага относится ко II в. н. э. и состоит из волокон конопли (Boehmeria nivea). Конечно, это не может служить достаточным основанием для утверждения того, что для рукописей Танской и Сунской эпох большей частью

служила бумага из конопли. Этот вопрос должен быть до конца разрешен экспериментальным путем учеными, занимающимися изучением истории химии.

Изучение письменных источников показывает, что бумага из конопли была широко распространена в Танскую эпоху.

Впоследствии китайская интеллигенция для письма и рисования стала предпочитать так называемую сюаньскую бумагу. Эту бумагу начали производить в Танскую эпоху в уезде Цзянсянь, который относился тогда к округу Сюань, отсюда и происходит название сюаньская бумага. Сюаньская бумага очень высоко ценилась в Танскую эпоху и до настоящего времени считается прекрасным продуктом кустарного производства. Это — очень белая, тонкая, плотная и вместе с тем очень мягкая бумага, в течение длительного времени не изменяющая своего цвета. Сырьем для производства бумаги служат кора камфарного дерева, тутового дерева и рисовая солома.

В древних письменных источниках содержатся сведения о том, что бумага производилась и из морских трав; в книге «Вэньфан сыпу», составленной Су И-цзянем в Сунскую эпоху, есть такая фраза: «Жители побережья изготовляли бумагу из мхов». Но впоследствии это сырье вышло из употребления.

До сих пор еще не разрешен вопрос о том, что служило сырьем для производства известной в истории Китая шелковой бумаги и так называемой целиской бумаги.

Хорошую бумагу можно изготовить из волокон камыша. В настоящее время волокнистая ткань камыша используется как одна из составных частей для производства газетной бумаги.

После того как техника производства бумаги стала известна в различных районах Китая, там стали употреблять местное сырье, создавая разнообразные по своим качествам сорта бумаги, имевшие различное применение.

В наше время из разных сортов бумаги кустарного производства, помимо грубых, производство которых распространено во многих районах страны, широкой известностью пользуются следующие сорта: сюаньская — в провинции Аньхой, ляньшиская, маобяньская и бяосиньская — в провинциях Цзянси и Фуцзянь, а также пергаментная бумага — в провинциях Гуйчжоу и Юньнань.

Для производства этих сортов бумаги используется различное сырье, а в методах их производства имеются свои особенности и учитывается богатый опыт, накопленный в течение длительного времени.

4. Записи о технике производства бумаги, содержащиеся в письменных источниках

В эпоху феодализма интеллигенция мало уделяла внимания изучению методов сельскохозяйственного и ремесленного производства, поэтому в письменных источниках почти совершенно отсутствуют записи о технике производства бумаги в древности.

Довольно подробно о технике производства бумаги говорится только в письменных источниках, относящихся к Минской эпохе (1368—1644 гг.).

Краткие сведения о способе производства бумаги содержатся в «Фусюаньских записях» Сунской эпохи: «Жители провинции Цзянсу собирали бамбук, вымачивали его под дождем, слегка подсушивали, затем подвергали его механической обработке с тем, чтоб отделить волокнистую часть...» Здесь ничего не говорится об обработке этого сырья щелочным раствором, в связи с чем возникала необходимость механической обработки бамбука.

В письменных источниках Минской эпохи мы находим изложение усовершенствованного метода производства бумаги. Так, в «Описании провинции Цзянси», составленном Ван Цзун-му (1523—1591 гг.), и в книге «Тяньгун кайу», написанной Сун Ин-сином (1637 г.), сказано, что для обработки бумажной массы использовались известь и щелочный раствор.

ВЛИЯНИЕ ТЕХНИКИ ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ НА РАЗВИТИЕ КУЛЬТУРЫ

Несмотря на то, что в феодальном обществе, существовавшем на протяжении длительного времени, развитие техники происходило очень медленно, техника изготовления бумаги совершенствовалась, расширялись районы производства бумаги. Рассмотрим вкратце вопрос о развитии производства бумаги в Китае с развитием общества в целом. Это — очень сложный вопрос. Его нельзя разрешить при помощи нескольких десятков фраз. Здесь имеется ряд важных моментов, требующих тщательного анализа. Совершенно очевидно, что развитие культуры способствовало увеличению производства бумаги, а увеличение производства бумаги в свою очередь способствовало развитию культуры, т. е. между ними существовала взаимосвязь.

В Западную Хань, по сравнению с периодом Чжаньго и последними годами периода Цинь (246—207 гг. до н. э.), производство получило большое развитие, заметно возросла численность населения. В то время довольно широко развернулась работа по составлению комментариев к каноническим книгам и по написанию трудов по истории Китая. Заметное развитие производство бумаги получило в Танскую эпоху, когда после длительного периода смут в стране наступил экономический подъем. В Танскую эпоху помещики, чтобы упрочить положение мелких собственников, ввели в 624 г. «систему уравнительного землепользования». В последующие 300 лет в феодальном обществе Китая наблюдалась значительная стабилизация. В стране была введена система государственных экзаменов, сменившая прежнюю систему наследования чиновничьих постов. В тот период имел место небывалый расцвет культуры, и потребность в бумаге, естественно, очень возрастала.

В Танскую эпоху, как указывается в книге Ли Чжао «Дополнения к истории Китая», бумага производилась в провинциях Чжэцзян, Сычуань, Гуандун, Шаньси и Цзянси. Несмотря на наличие обширных районов производства бумаги, изготовляемая в стране бумага не покрывала всех потребностей, непрерывно возраставших вследствие проведения в широких масштабах работ по переписке древних исторических трудов и развития книгопечатания. Поэтому бумагу частично ввозили в Китай из-за границы.

После Танской эпохи производство бумаги расширялось и совершенствовалось на протяжении последующего тысячелетнего периода истории Китая (эпоха Пяти династий, Сунская эпоха, Юаньская эпоха, Минская эпоха и Цинская эпоха). Этому способствовало увеличение прослойки купечества и расширение обмена между различными районами страны. Однако производство бумаги оставалось кустарным. После опиумных войн в Китай начался ввоз из-за границы бумаги машинного производства. Позднее, в 1881 г., американскими империалистами в Шанхае была построена бумажная фабрика, сырьем для которой служил грубый бамбук и тряпье. Со времени открытия Лунчжанской бумажной фабрики (1891 г.), основанной Ли Хунчжаном и др., в Китае стало создаваться собственное машинное производство бумаги.

Однако, как известно, в полуколониальном и полуфеодальном Китае промышленность не получала развития, такова же была судьба и бумажной промышленности.

Поэтому до освобождения Китай, где была изобретена бумага, в больших масштабах ввозил ее из-за границы.

Вскоре после образования Китайской Народной Республики положение изменилось, и сейчас потребности страны в бумаге обеспечиваются главным образом за счет собственного производства — машинного и кустарного. С 1954 г. газетная бумага стала одним из продуктов китайского экспорта.

РАСПРОСТРАНЕНИЕ СПОСОБА ПРОИЗВОДСТВА БУМАГИ ЗА ПРЕДЕЛЫ КИТАЯ

Производство бумаги в других странах началось на несколько столетий позже, чем в Китае. По имеющимся материалам можно заключить, что распространение бумаги и техники ее производства за границу шло в трех направлениях: на восток — в Корею и Японию, на запад — к арабам, на юг — в Индокитай и Индию. Корея и Япония в древности заимствовали культуру у китайцев, что признается китайскими и зарубежными историками; техника производства бумаги также была заимствована этими странами.

Письменные источники свидетельствуют о том, что в Корее китайская бумага распространилась к 285 г.; данных относительно более раннего проникновения бумаги из Китая в Корею еще не обнаружено.

В Японию бумага была завезена корейским ученым в 285 г.; в 610 г. корейский монах передал японцам способы производства бумаги и туши, которые он изучил в Китае. В результате ряда усовершенствований японцы стали производить прекрасные сорта бумаги.

Вскоре после того, как Корея и Япония заимствовали у китайцев способ производства бумаги, эти страны стали изготовлять ее в большом количестве, а в Танскую и Сунскую эпохи уже экспортировали бумагу в Китай.

В последние годы вопрос истории распространения бумаги и проникновения способа ее производства из Китая в западные страны стал одним из важнейших вопросов исторических и археологических исследований. На эту тему опубликовано много статей. Имеются две статьи общего характера, в которых подведены итоги исследования за предшествующие годы. Это статья Яо Ши-ао, опубликованная в 1928 г. в научном журнале «Фужэнь», и 13-я глава книги T. F. Carter «The Invention of Printing in China and its Spread Westward», опубликованная в 1928 г. в китайском переводе Сян Да в журнале «Кэсюэ» под названием «Краткое исследование вопроса о распространении бумаги из Китая в Европу». Доказательства, приводимые в этих двух работах, в основном совпадают. К выводам этих авторов в целом сейчас добавить нечего. Со времени опубликования этих работ прошло более 20 лет, достать их трудно, поэтому я кратко изложу основное содержание.

Европейцы в начале XIX в. имели неправильное представление об истории производства бумаги в Европе.

Так, в немецкой энциклопедии (J. C. Gruber u. J. S. Ersch «Allgemeine Encyklopädie der Wissenschaften und Künst», 1818) указывалось, что производство бумаги из тряпья было изобретено немцами или итальянцами. Что касается арабов, то они делали бумагу из необработанного хлопка.

В 80-х годах XIX в. профессор ботаники Венского университета Визнер исследовал под микроскопом большое количество остатков бумаги, относящейся к VIII—XIV вв.,— бумаги, которая от арабов попала в Египет. Визнер показал, что в VIII в. арабы уже употребляли тряпье для производства бумаги. Таким образом, утверждение о том, что способ производства бумаги из тряпья был изобретен европейцами, полностью опровергнуто.

Изобретение в Китае в Ханьскую эпоху способа производства бумаги из тряпья было неопровержимо доказано исследованиями профессора Визнера. В 1911 г. он показал, что сырьем для бумаги, обнаруженной в провинции Ганьсу во время археологических раскопок и относящейся ко II в., служило тряпье. После опубликования результатов его исследований историки различных стран были вынуждены признать, что способ производства бумаги стал известен арабам от китайцев, а через них получил распространение в Европе. Это признано неопровержимым фактом.

В период Шести династий Китай поддерживал с западными странами оживленные связи, которые простирались вплоть до Персии и арабских стран. Таким образом, способ производства бумаги мог быть легко заимствован у китайцев.

В начале XX в. археологи обнаружили в Синьцзяне много остатков бумажных книг, писем и т. д., относящихся к II — VIII вв. н. э. и свидетельствующих о том, что распространение бумаги на запад началось довольно рано.

Способ производства бумаги в западных странах стал известен позднее, чем бумага. Как свидетельствуют достоверные факты, техника изготовления бумаги стала известна только в Танскую эпоху. В то время обширные владения арабов доходили до Центральной Азии. В 751 г. между танским Китаем и арабами вспыхнула большая война. Записи об этой войне содержатся как в наших трудах по истории, так и в арабских книгах. Арабы одержали победу и захватили большое количество пленных, среди которых было много ремесленников, умевших делать бумагу. От них-то арабы и могли перенять способ производства бумаги.

В сочинениях араба Талиби (X в.) содержится следующая запись:

«Способ производства бумаги от китайских пленных стал известен в Самарканде. Среди большой группы пленных было несколько ремесленников, умевших изготавливать бумагу. Поэтому были устроены мастерские для производства бумаги».

История распространения бумаги из Китая в Южные страны еще мало изучена.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изобретение способа производства бумаги является одним из важнейших вкладов китайского народа в мировую культуру.

Несмотря на то, что ряд важных вопросов, связанных с историей изобретения способа производства бумаги, нуждается еще в тщательном изучении, уже теперь можно считать установленным, что способ изготовления бумаги был найден в процессе производственной практики трудящихся нашей страны примерно в I в. н. э.

Во II в. техника изготовления бумаги была значительно усовершенствована, благодаря чему производство бумаги увеличилось, и она постепенно заменила собой, а затем и полностью вытеснила бамбуковые и деревянные планки и шелковые ткани, применявшиеся для письма.

В районе к югу от р. Янцзы в период Цзинь для производства бумаги начали использовать бамбук.

После Танской эпохи ремесленное производство бумаги существовало во всех районах страны, причем использовалось местное сырье и изготовлялись разные сорта бумаги, имевшие различное назначение.

Вскоре после открытия способа производства бумаги этот способ стал распространяться из Китая в другие страны. Достоверно известно, что техника изготовления бумаги в 751 г. стала известна в Самарканде, принадлежавшем арабам. Проникновение бумаги к арабам отразилось на развитии культуры в Европе.

Старый полуколониальный и полуфеодальный Китай в большом количестве ввозил бумагу из-за границы. В Китайской Народной Республике бумажная промышленность получила очень большое развитие, и теперь Китай сам экспортирует бумагу в другие страны.

«Кэсюэ тунбао» (Вестник наук), 1954, № 12.

Сокращенный перевод с китайского

С. И. Зарецкой

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Д. М. БЕРКОВИЧ, А. А. ЗВОРЫКИН

НЕКОТОРЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В РАЗВИТИИ ТЕХНОЛОГИИ СОВРЕМЕННОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ

В предыдущем выпуске «Вопросов истории естествознания и техники» в статье под тем же названием мы указали, что наиболее важным моментом, определяющим характер современного машиностроения, явился переход к массовому производству однотипной продукции, преимущественно в форме поточного производства. При этом была рассмотрена история технических решений, которые потребовались в связи с внедрением поточного производства в области механической обработки резанием. В настоящей статье мы рассмотрим основные тенденции развития кузнечно-штамповочного и литейного производства, электросварки, пайки и других методов технологии машиностроения.

Обработка резанием, связанная с весьма большими отходами металла в виде стружки, не может удовлетворять народное хозяйство. Более перспективны несомненно методы производства деталей литьем, штамповкой, сваркой. Эти методы также развиваются под знаком массового поточного производства.

Не так давно литье и штамповка считались заготовительными процессами, так как они не давали окончательно обработанной продукции. В последнее время, однако, литьем и штамповкой производят детали, не требующие дальнейшей обработки и отличающиеся высокими механическими качествами. Эти процессы получают все большее распространение. Например, в современном паровозе до 60% деталей (по весу), как в виде заготовок, так и в виде готовых деталей, изготовлены при помощи ковки и штамповки, в автомобиле — до 80%, в самолете — до 85%. В связи с этим в металлообрабатывающей промышленности удельный вес кузнечно-прессового оборудования все время повышается. Так, в США он составляет 22,3%.

ПРОГРЕСС КУЗНЕЧНО-ШТАМПОВОЧНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Приблизительно до конца XVIII в. ковка была основным методом изготовления деталей из металла. После изобретения супорта металлорежущие станки стали оттеснять кузнечно-штамповочное производство на задний план. Правда, оборудование кузнечно-штамповочного производства также постепенно усовершенствовалось, особенно в связи с появлением парового молота. Но развитие мощности молотов было довольно жестко ограничено, поскольку по мере роста мощности молоты превращались в весьма громоздкие и неэкономичные машины, удары которых крайне отрицательно сказывались на рядом стоящем оборудовании и даже на зданиях. Поэтому в дальнейшем получили развитие методы ковки, осу-

ществляемые при помощи прессов, которые начинают играть все большую и большую роль в металлообработке[1].

Новые методы технологии штамповки обеспечивают при высокой производительности большую точность размеров обрабатываемого изделия и высокую чистоту поверхности с относительно малыми отходами. Нужно полагать, что штамповка в конечном счете вытеснит обработку на металлорежущих станках[2].

Развитие методов штамповки обусловливается в последнее время крупными успехами техники кузнечно-прессового оборудования. Большое влияние на развитие прессового оборудования оказали запросы авиационной промышленности[3], для которой необходимы в больших количествах крупногабаритные штамповки из легких сплавов. В 1926 г. было установлено, что магниевые сплавы не выдерживают обработки молотом, так как под его ударами магний раскалывается. Это привело к мысли строить прессы большой мощности, которыми, кроме того, удобнее и экономичнее, чем молотами, производить также и алюминиевые штамповки. Алюминиевые сплавы, обрабатываемые на прессах, требуют удельного давления около 2 т/см^2, а штампованные детали сложной конфигурации — 5—6 т/см^2. Отсюда вытекает необходимость производства прессов большой мощности. В данное время авиационная промышленность имеет в эксплуатации гидравлический пресс усилием в 55 000 т. В 1930 г. в Германии был построен пресс усилием в 7000 т, в 1931 г.— два пресса по 16 500 т, в годы второй мировой войны — еще два пресса по 16 500 т и один пресс в 33 000 т. Велось проектирование пресса в 55 000 т. Америка в отношении применения прессов значительно отстала от Германии. В США впервые заинтересовались применением мощных прессов только в 1944 г., когда начали изучать обломки сбитых немецких самолетов. Американцы в связи с этим проявили интерес к мощным прессам. В то время в США для производства авиационных деталей самым большим был пресс усилием в 4000 т. В 1946 г. в США построили один пресс усилием в 18 000 т, однако он не использовался, и дальнейшие работы по проектированию прессов были приостановлены.

Американские самолетостроительные фирмы не торопились с освоением более совершенного оборудования в силу своего монопольного положения. В настоящее время в США переходят к новому оборудованию в связи с изготовлением реактивных самолетов, которые невозможно построить старыми методами.

Прессы с большими усилиями позволили организовать массовое производство цельноштампованных крупных узлов современных самолетов. Например, крыло реактивного истребителя «Сейбр», которое прежде собиралось из 226 деталей, теперь изготовляется цельноштампованным.

В самолетостроении наблюдается тенденция свести конструкцию корпуса самолета к 5—10 штампованным секциям. В связи с этим усилия прессов растут, доходя до 45—55 тыс. т. Предполагается создать пресс с усилием до 200 тыс. т. Эти прессы предназначены для штамповки деталей не только из легких сплавов, но и из титановых сплавов и легированных сталей.

В американской печати уже появились подробные конструктивные описания новых мощных прессов и их технические характеристики[4].

[1] См. «Iron Age», 1955, N 1; «Transactions of ASME», 1953, № 8; «Steel processing», 1954, № 8.

[2] См. П. В. Камнев. Новое в технологии кузнечно-штамповочного производства. Л., 1953.

[3] См. «Machinery», 1955, № 2208; «American Machinist», 1953, № 1; См. «Steel Processing», 1953, № 12; «Aircraft Production», 1954, № 2; «Machinist», 1955, № 1; «Steel Processing», 1955, № 1; «Steel», 1953, № 10; «Machine Design», 1953, № 2; «Machinist», 1955, № 9; «Mechanical Engineering», 1955, № 3; «Steel», 1955, № 6.

[4] См. «Iron and Steel Engineer», 1955, № 5.

Пресс с усилием 45 000 т весит около 7200 т, общая высота его — 26,5 м, в том числе высота над полом — 15,5 м. Диаметр колонны — 1000 мм, длина колонны — 23 000 мм, длина подвижного стола — 7900 мм, ширина подвижного стола — 3650 мм, наибольшее расстояние между столом пресса и верхней поперечиной — 4600 мм. Рабочий ход пресса — 300 мм, наибольший ход — 1830 мм. Пресс питается насосно-аккумуляторной станцией, состоящей из двух горизонтальных трехплунжерных насосов и четырех баллонов. Производительность насоса — 1850 л/мин, мощность насоса — 1500 л. с.

Процесс штамповки состоит в следующем: операция (иногда две) предварительной черновой штамповки, промежуточная обрезка в штампе, травление, контроль, чистовая штамповка (в две операции), обрезка в штампе, травление, термообработка.

Пресс снабжен напольным рельсовым манипулятором для выемки заготовки из печи, транспортировки к прессу и подачи в штамп.

В печати указывается[1], что наибольшая штамповка из алюминиевого сплава, изготовленная авиационной промышленностью США до пуска в эксплуатацию мощных прессов, весит 1180 кг. Габариты ее 5,4 × 1,2 м.

На заводе фирмы Алкоа в Кливленде (США) построен цех для изготовления штампов к мощным прессам[2].

Общая площадь цеха — 10 700 м^2. В цехе установлены крупнейшие копировально-фрезерные станки со следящим устройством, обрабатывающие штампы размером по плоскости до 8500×3500 мм. Параметры установленного в цехе продольно-строгального станка — 12 000 × 3000 мм. Транспортировка штампов осуществляется краном грузоподъемностью 180 т.

Наряду с внедрением мощных прессов наблюдается быстрое усовершенствование технологии кузнечно-штамповочного производства и в первую очередь автоматизации его. Примером может служить автоматический завод фирмы «Додж концерн Крайслер» (США), выпускающий в час 150 штамповок автомобильных коленчатых валов[3].

Для массовой штамповки ряда крупных деталей автомобиля—дверей, частей кузова, панелей и пр.—фирма Форд организовала в г. Буффало (США) полностью автоматизированное штамповочное производство[4].

Все основное производственное оборудование, состоящее из 19 линий прессов и сварочных машин, расположено на одном этаже. В начале потока находится склад металла, а в конце — склад готовой продукции. Под склады готовой продукции отведены значительные площади, так как в производство запускаются крупные партии деталей во избежание частых переналадок оборудования.

Для облегчения автоматизации процесса применяются прессы, однотипные по конструкции, имеющие одинаковую рабочую высоту и габариты и отличающиеся только развиваемым усилием.

Для облегчения ремонта и сокращения простоев все прессы снабжены индивидуальным приводом с обслуживанием из подвального этажа. Каждый пресс смонтирован на балке перекрытия, что наряду с нормализацией установочных размеров позволяет переставлять любой из процессов без изменения строительных конструкций и таким образом не перестраивать всю цепочку оборудования в соответствии с изменением конструкции обрабатываемых деталей.

Автоматические устройства приводятся в движение не механическими связями от ползуна, а пневматически. Конечные выключатели в цепи

[1] См. «Aviation Week», 1955, № 14.

[2] См. «Modern Metals», 1955, № 4; «Iron and Steel Engineer», 1955, № 5.

[3] См. «Machinist», 1953, № 4, № 9; «Machinery», 1952, № 2062; 1953, № 2095.

[4] См. «Machinist», 1953, № 4.

электрического управления служат для синхронизации действия этих устройств с ходом пресса.

Схема работы автоматических устройств протекает следующим образом. Рабочий, обслуживающий пресс или группу прессов, нажимает кнопку управления и включает первый пресс в группе. После того как ползун пресса при своем обратном ходе коснется конечного выключателя, срабатывает разгрузочное устройство, штамповка извлекается из рабочей полости штампа и передается на транспортное устройство. Вслед за этим ползун включает следующий конечный выключатель, управляющий действием загрузочного устройства, и последнее укладывает в рабочую полость штампа новую заготовку. Одновременно загрузочное устройство включает следующий конечный выключатель, который, срабатывая, заставляет пресс совершать очередной рабочий ход. Разгрузочное и загрузочное устройства имеют дополнительные конечные выключатели, синхронизирующие работу отдельных узлов этих устройств.

Применение электропневматических схем управления с автоматизирующими устройствами позволяет значительно упростить их конструкцию и повысить производительность. Отсутствие различных механических связей повышает безопасность работы.

Интересным примером автоматизации в кузнечно-штамповочном производстве может служить построенная на Московском заводе малолитражных автомобилей автоматическая линия для штамповки клапанов двигателя «Москвич»[1]. Линия состоит из индукционного нагревателя, горячештамповочного пресса, обрезного пресса для подрезки конца стержня клапана, закалочной печи, закалочного масляного бака, отпускной печи, машин для правки, мойки и сушки. Особенность линии — автоматическое устройство для штамповки на горячештамповочном прессе методом истечения металла; при этом автоматизированы укладка и переукладка горячей заготовки в ручьях штампа и удаление готовой штамповки из полости окончательного ручья.

Развитие автоматических линий — первое средство автоматизации кузнечно-штамповочного производства. Другим средством является создание автоматического (или полуавтоматического) горячештамповочного агрегата, осуществляющего наряду со штамповкой также нагрев, укладку в тару и т. д. Подобным примером может служить автомат для высадки поковок подшипниковых колец, изготовленный в СССР 1-м Государственным подшипниковым заводом по проекту Научно-исследовательского института токов высокой частоты (НИИТВЧ). Автомат состоит из загрузочного устройства, манипулятора с индуктором, сварочного агрегата, конденсаторной батареи, счетного механизма и устройства для отбраковки поковок, отштампованных из заготовок в местах сварного соединения двух концов штанг, транспортера для выдачи готовых поковок из ковочной машины.

Характерным для современного кузнечного штамповочного производства является расширение применения бесконтактного нагрева металла токами высокой частоты. Интересно отметить, что долгое время после открытия вихревых токов в начале XIX в. французским ученым Франсуа Араго и работ его ученика Леона Фуко внимание инженеров было направлено на борьбу с вихревыми токами как вредными, вызывающими лишь потери в электрических машинах. Только в начале текущего столетия началось использование теплового действия вихревых токов, и в 1902—1906 гг. были созданы первые индукционные печи для плавки металла[2]. Основоположник метода

[1] См. А. Н. Маликов. Автоматизация кузнечно-штамповочного производства. «Автомобильная и тракторная промышленность», 1955, № 10.

[2] М. Г. Лозинский. Промышленное применение нагрева токами высокой частоты. М., «Знание», 1955.

индукционного нагрева металла токами высокой частоты, советский ученый В. П. Вологдин, начал свои работы в 1935 г. В настоящее время на некоторых машиностроительных заводах появились кузнечные цехи, в которых применяется только индукционный нагрев токами высокой частоты. Это в корне меняет внешний вид цеха, превращая его в светлое, чистое помещение. При индукционном нагреве токами высокой частоты в несколько раз снижаются потери на образование окалины, снижаются припуски на механическую обработку в связи с отсутствием обезуглероживания поверхности металла, улучшается качество поковок, уменьшаются потребные производственные площади.

В области обработки металлов давлением следует отметить принципиальные изменения роли прокатки в технологии металлов. Процесс прокатки, относимый всегда к завершающим циклам металлургического производства, в настоящее время получает значение одного из технологических процессов машиностроения. Теперь создаются прокатные станы, вырабатывающие широкий круг профилей, приближающихся по формам и размерам к различным готовым изделиям. Это позволяет освоить ряд новых процессов прокатки и по существу превратить ее в раздел технологии машиностроения. На новых станах путем прокатки налажено производство осей, валов, шпинделей, роликов, зубчатых колес, заготовок разных изделий, выпускаемых заводами подшипниковой, автомобильной и других отраслей промышленности.

На Московском заводе малолитражных автомобилей переход от штамповки к прокатке при изготовлении задних полуосей автомобиля «Москвич» позволяет сэкономить 20—24% металла. Применение способа прокатки для производства валов электродвигателей дало экономию 25—35% металла. Прокатка, благодаря непрерывности, обеспечивает и более высокую производительность труда. Производительность первого в СССР промышленного стана для прокатки зубчатых колес превышает производительность зубо-фрезерных станков в несколько десятков раз.

Значительное развитие в различных отраслях машиностроения получила холодная штамповка, обеспечивающая высокую производительность прессового оборудования в условиях потока, низкую себестоимость продукции и высокую точность сложных по конфигурации деталей с минимальными припусками. Примером реализации этих возможностей являются поточные автоматические линии.

Холодной штамповкой и холодной высадкой можно получать детали с точностью до 0,03—0,05 мм. Для холодной высадки в СССР создан автомат, обрабатывающий прутки диаметром 37 мм[1].

ПОВЫШЕНИЕ РОЛИ ЛИТЕЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА

В развитии современной машиностроительной технологии большое значение имеет литейное производство. Здесь дольше, чем в других отраслях производства, сохранялась примитивная техника, и в настоящее время уровень механизации литейного производства сравнительно невысок. Например, в США и Канаде изготовление литейных форм механизировано в среднем на 17%, а изготовление стержней — на 7,3%. В крупных литейных цехах эти цифры значительно выше. На передовых автомобильных, тракторных и некоторых других заводах в СССР и за рубежом основные технологические процессы литейного производства полностью механизированы.

Общей тенденцией литейного производства является повышение уровня механизации. В этих целях устанавливаются в значительных количествах формовочные и пескодувные машины, выбивные устройства, конвейеры,

[1] М. А. Гутник. Скоростная холодная штамповка. «Вестник машиностроения», 1955, № 1.

рольганги, устройства для механизации загрузки вагранок. Характерно, что большая часть машин и агрегатов литейного производства установлена за последние 10 лет.

Другая тенденция литейного производства — повышение удельного веса наиболее прогрессивных методов получения литья. В США выпуск литья под давлением увеличился в 1953 г. по сравнению с 1952 г. на 50%; литья в постоянные формы — на 40%, тогда как выпуск литья в песчаные формы возрос лишь на 12%.

Необходимо подчеркнуть, что в современном литейном производстве наблюдается существенный рост производительности труда. Так, в литейном цехе завода Форда, построенном в 1952 г., производительность составляет 157 т литья в год на одного рабочего, тогда как в ранее построенных литейных цехах производительность составляет около 65 т[1].

Расширяется производство литья из легких сплавов. При этом решаются две основные задачи: повышение прочности, плотности и точности отливок и снижение себестоимости этих изделий.

Развитие технологии литья из легких сплавов можно проследить на примере авиационного двигателестроения[2].

Приблизительно до 1932 г., пока выпускались двигатели сравнительно небольшой мощности (до 850—900 л. с.), к литью предъявлялись требования лишь соответствия техническим условиям по химсоставу. Применяемые алюминиевые сплавы (8% Cu) отличались невысокими литейными свойствами, что приводило к образованию усадочных раковин, пористости, трещин, включений. С начала 30-х годов XX в. в литейные сплавы вводят кремний (до 2,2%), что привело к значительному улучшению качества литья. К этому времени относится начало освоения литья из магниевых сплавов. Плавление сплавов осуществлялось в примитивных печах и горнах. Литье производили в песчаные формы. Однако в 1930 г. уже появились первые металлические формы (кокили) для поршней.

После того как мощности серийных двигателей (в 30-х годах) превысили 1000 л. с., требования к качеству литья значительно возросли. Технологи ввели прогрессивные методы рафинирования и дегазации расплава (хлорирование), продувание азотом, замораживание, повысившие плотность литых деталей. Одновременно были внедрены и новые сплавы, отличающиеся значительно повышенными механическими качествами, в которых кремний является основным легирующим компонентом. Внедрение метода кристаллизации под давлением решило задачу борьбы с пористостью в крупных отливках. Тогда же расширилось применение магниевого литья.

30-е годы XX в. характеризуются началом широкой механизации производства литья из легких сплавов: установкой формовочных и стержневых машин, электрических сушилок, транспортных устройств. Широкое внедрение получило литье в кокиль. Появились электрические печи, введен контроль качества отливок рентгеновским просвечиванием. Большое значение для выбора новых сплавов и улучшения существующих имела теория литейных свойств сплавов, разработанная советским ученым А. А. Бочваром.

В годы Великой Отечественной войны в СССР, когда потребовалось значительно увеличить выпуск литья, были внесены коренные изменения в литейное производство. Все мелкие и средние детали переведены на кокильное литье. Получила всеобщее применение карусельная кокильная машина для

[1] См. Сб. «Автоматизация литейного производства». М., Машгиз, 1954. Сб. ВНИТОЛ, «Современные достижения в области теории и практики литейного производства». Л., 1954; «Foundry», 1954, № 2, 4, 5, 7; «Giesserei», 1954, № 8, 9, 10; «Foundry», 1955, № 8; «Foundry Trade J.», 1954, № 1960, 1964; «Materials and Methods», 1954, № 1.

[2] См. П. А. Сосновский. Очерк по истории развития технологии производства литья из легких сплавов в авиастроении. Автореф. дис. М., 1955.

отливки крупных деталей (головки блоков, картеры). Широко проводилась механизация, внедрялись новые сплавы. В послевоенные годы, в связи с организацией производства реактивных двигателей, потребовалось дальнейшее улучшение технологии литейного производства, в частности массовое изготовление точного литья по выплавляемым моделям.

Наряду с расширением методов литья в постоянные металлические формы, в особенности литья под давлением, следует отметить широкую разработку в последние годы ряда принципиально новых технологических процессов литейного производства[1].

Одним из таких процессов является литье в оболочковые (корковые) тонкостенные разовые литейные формы, изготовленные по металлическим подогретым плитам путем насыпания на их поверхность смеси, приобретающей в процессе кратковременной сушки значительную прочность. Новый способ в ряде стран (СССР, США, Англия, Германия) в последние годы успешно применяется для изготовления нагруженных деталей автомобиля, сельскохозяйственных машин, авиадвигателей и др. О тенденции развития этого способа говорят цифры потребления синтетических смол для оболочковых форм в США: в 1951 г.—135 т, в 1952 г.—1305 т, 1953 г.— около 4000 т.

В 1957 г. намечается расход синтетических смол в 22 000 т, т. е. более 1 млн. т литья будет получено в оболочковых формах. Форд к началу 1953 г. затратил около 8 млн. долларов на подготовку новой технологии. Важнейшие преимущества нового способа следующие: получение чистой поверхности и высокой точности отливок, снижение брака и расхода материалов, уменьшение припуска, легкость механизации и автоматизации.

Оболочковые формы применяются для получения литья из стали, чугуна, легких и цветных металлов. Главным недостатком этого метода является пока высокая стоимость синтетических смол[2].

Значительные перспективы имеет так называемое непрерывное литье, при котором отливка равномерно перемещается относительно зоны заливки и кристаллизации. Этим методом получают слитки, болванки, прутки, проволоку и листы. Наибольшее распространение непрерывное литье имеет в производстве слитков, являясь, например, для алюминия и его сплавов практически единственным применяемым способом получения слитков[3].

Литье является весьма универсальным и дешевым способом для изготовления сложных по конфигурации изделий. С точки зрения экономии металла оно имеет большие преимущества по сравнению с обработкой резанием, а своей дешевизной превосходит методы штамповки. Однако, как правило, литье заготовок уступает кованым или штампованным по механическим качествам. Поэтому нагруженные конструктивные детали машин предпочитают сейчас делать штампованными.

На протяжении многих лет литейщики работали над повышением прочности литья. Еще в 1913—1915 гг. вошел в производство так называемый сталистый, или перлитный, чугун с повышенными механическими качествами. Этот чугун, получаемый в результате добавления стали в шихту, применялся для отливки снарядов. Все последующие годы разрабатывались и внедрялись различные методы получения модификаций чугунов. В 1947—1949 гг. в СССР были получены высокопрочные чугуны со сфероидальной формой

[1] См. В. М. Пляцкий. Новые специальные методы изготовления отливок. «Вестник машиностроения», 1955, № 3; Сб. «Точное литье», М.—Л., Машгиз, 1954; И. А. Жуйков. Автоматизация литья методом вакуумного всасывания. «Литейное производство», 1955, № 3; «Giesserei», 1954, № 11.

[2] См. «Foundry Trade J.», 1954, № 1994; 1955, № 2008.

[3] См. «Iron and Steel», 1954, № 14, 24; В. С. Калабушкин и В. И. Добаткин. Непрерывное литье. БСЭ, изд. 2, т. 29.

графитов. Эти чугуны характеризуются весьма высокой прочностью при одновременно повышенных значениях относительного удлинения и ударной вязкости. Высокопрочные чугуны, обладающие прекрасными эксплуатационными и технологическими свойствами, вполне могут конкурировать с кованой сталью, превосходя ее в то же время своей дешевизной.

Высокопрочный чугун начинают с успехом применять для таких ответственных деталей, как коленчатые валы двигателей внутреннего сгорания, задние мосты автомобилей, зубчатые колеса, шатуны и др. Получению высокопрочного чугуна способствует применение кислородного дутья в вагранку.

Проведены успешные опыты изготовления коленчатых валов тракторных двигателей из литой стали[1].

Что касается автоматизации, то, хотя литейное производство и отстает в этом вопросе от других отраслей технологии машиностроения, в последнее время и здесь, однако, обнаруживаются большие сдвиги.

Важным этапом автоматизации литейного производства явилось включение в единый автоматизированный поток машины для литья под давлением заготовок поршней автомобильных двигателей на советском заводе-автомате.

В 1955 г. в Англии выпущены автоматические формовочные машины производительностью 240 опок в час размером 864 × 508 × 254 мм[2]. Входящие в пару (один для нижних, другой для верхних опок) формовочные автоматы устанавливаются между ветвями конвейера. Набитая нижняя опока выходит на конвейер, подается к операции установки стержней, дальше встречается с набитой верхней опокой и соединяется с ней. После выбивки отливок и земли освобожденные опоки вновь подаются к автоматам. Темп работы автоматов — 15 секунд. Автомат управляется фотоэлементом.

В США выпущена автоматическая формовочно-заливочная выбивная установка[3]. Установка автоматически выполняет 12 операций по набивке опок, сборке форм, нагрузке их под заливку, разработке залитых форм, выбивке, транспортировке форм и опок.

Все сказанное позволяет сделать вывод, что литейное производство находится накануне крутого подъема и имеет, так же как кузнечно-штамповальное, большие перспективы развития.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ЭЛЕКТРОСВАРКИ, ПАЙКИ И ДРУГИХ МЕТОДОВ ТЕХНОЛОГИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Одним из важнейших достижений в области металлообработки является электросварка.

Со времени изобретений Н. Н. Бенардоса и Н. Г. Славянова (конец XIX в.) сварка металлов получила всестороннее развитие, и в настоящее время это одна из основных отраслей технологии машиностроения. В самолетостроении, судостроении, в изготовлении паровозов, вагонов, платформ, цистерн, котлов и других изделий как электрическая, так и газовая сварка стала важнейшим способом производства. Основная тенденция в развитии технологии сварки — автоматизация; разработан ряд процессов автоматической одно- и многодуговой сварки. При этом сварщики также переходят от отдельных автоматических устройств и машин к автоматизированным сварочным линиям. Это относится к сварке не только углеродистой, но и нержавеющей стали, цветных и легких сплавов. Имеются автоматические сварочные машины, предназначенные для включения в конвейер.

[1] См. П. Г. Мелкумян. Литье коленчатых валов. Автореф. дис., Баку, 1955.
[2] См. «Foundry Trade J.», 1955, № 2028.
[3] См. «Machinery», 1955. № 2223.

Большим достижением явилась электросварка под слоем флюса. Начало работам в этой области положил советский инженер Д. А. Дульчевский, изобретение которого относится к 1927 г. и было зарегистрировано у нас в СССР в 1929 г., за 7 лет до того как методы сварки под слоем флюса появились в США. В Советском Союзе стали впервые применять новые способы сварки —подводной, разработанной К. К. Хреновым, многодуговой (разработал Е. О. Патон) и др.

В последние годы Институт электросварки им. Е. О. Патона Академии наук Украинской ССР разработал новый способ бездуговой электрической сварки толстого металла, получивший название электрошлаковой сварки. При этом способе в качестве источника нагрева используется тепло, выделяющееся в жидком электропроводном шлаке при прохождении через него электрического тока. Опыт внедрения электрошлаковой сварки на Новокраматорском заводе тяжелого машиностроения в Донбассе и на заводе «Красный котельщик» в Таганроге показал, что новый способ вносит серьезные изменения в технологию тяжелого машиностроения, котельного производства, строительства, судостроения. Этим способом можно за один проход сварочного автомата сваривать металл практически неограниченной толщины, причем производительность процесса возрастает по мере увеличения толщины металла. Электрошлаковая сварка позволяет заменить трудоемкие крупногабаритные цельнолитые и цельнокованные конструкции сварнолитыми и сварнокованными, изготовленными из мелких элементов.

В 1945 г. начинает быстро развиваться холодная сварка металлов, без нагрева, что предохраняет металл от изменения структуры в процессе сварки[1].

Большой интерес представляет развитие пайки в машиностроении. Это один из древних технологических процессов, но после изобретения сварки он стал вытесняться из производства, что объяснялось прежде всего его низкой производительностью. Однако, механизация основных операций пайки в сотни и в тысячи раз повысила ее производительность и сделала одним из передовых технологических процессов. Например, применение пайки в производстве автомобильных радиаторов позволяет за одну-две минуты спаять несколько тысяч трубок. Применение конвейерных печей дает возможность рабочему спаять за смену несколько тысяч изделий.

Наиболее быстро пайка стала внедряться в производство после того, как советские ученые В. П. Вологдин и М. Г. Лозинский в 30-х годах XX в. разработали технологию высокопрочной скоростной пайки при нагреве токами высокой частоты. В те же годы С. Н. Лоцманов решил задачу пайки алюминиевых сплавов и нашел флюсы для пайки нержавеющих и жаропрочных сталей.

Применение в Чехословакии и США ультразвука для удаления окисных пленок с поверхности металла при пайке заметно уменьшило коррозию в зоне швов, намного расширило диапазон применения пайки, позволив, в частности, широко использовать ее в электро- и радиопромышленности[2].

Ультразвуковые колебания начинают находить в машиностроении значительное применение. Началом технического применения звуковых колебаний для определения расстояний можно считать предложение об определении высоты подъема воздушного шара русского ученого, академика Я. Д. Захарова, сделанное в 1804 г.[3]. Основы науки об ультразвуке

[1] См. сб. «Исследование и производственный опыт по сварке». М., Машгиз, 1955; Сб. «Внедрение новых способов сварки в промышленность». Киев, Гостехиздат УССР, 1954; В. П. Никитин. Основные проблемы развития теории и практики электрической сварки металлов в СССР. «Электричество», 1955, № 2; На конференции чехословацких сварщиков. «Вестник АН СССР», 1954, № 12.
[2] См. С. Н. Лоцманов. Пайка. БСЭ, изд. 2, т. 31; «Welding J.», 1954, № 11.
[3] См. Л. Д. Розенберг. Ультразвук в технике. М., «Знание», 1955.

заложил французский ученый П. Ланжевен (1872—1946). Применение ультразвука для целей дефектоскопии предложено советским ученым С. Я. Соколовым в 1927 г. Дальнейшие работы С. Я. Соколова, а также других исследователей значительно расширили область промышленного применения ультразвука.

Изобретен и применяется в настоящее время ультразвуковой станок для обработки твердых материалов, не поддающихся резанию. Методом ультразвуковой обработки можно получать отверстия любого сложного профиля, обеспечивать необходимую геометрию твердосплавного и керамического инструмента, обрабатывать рубиновые подшипники часов и т. д.

Ультразвуковые колебания применяются для очистки мелких отверстий от металлической стружки, для испытания металлов на усталость и т. д.

Важное принципиальное значение имеет изобретение электроэрозионного способа обработки металла, при котором обрабатываемый металл и «инструмент»; если можно так выразиться, являются электродами электрической цепи. Они сближаются на расстояние от одного до трех миллиметров. Электроды соединены с полюсами специальной установки; обладающей свойством накапливать электроэнергию до определенного напряжения, а затем мгновенно выделять ее между электродами в виде электрической искры огромного ударного действия, причем действие искры сосредоточено в одной точке. Из обрабатываемой заготовки отрываются частицы металла и постепенно ей придается нужная форма. Меняя силу тока, можно производить грубую обработку или тонкую полировку поверхности обрабатываемой детали. Электроэрозионными станками пользуются при производстве сложных штампов, инструмента с наплавленной из твердых сплавов кромкой, лопаток газовых турбин; деталей реактивных двигателей, для получения отверстий, в том числе с искривленными осями.

В литературе за последнее время появился ряд работ, посвященных этому методу, имеющему большое значение в развитии металлообработки[1].

Для изготовления современной, быстроходной производительной машины требуются прочные и надежные в различных условиях эксплуатации материалы; в первую очередь сталь и ее сплавы. Раньше номенклатура таких материалов была весьма ограничена: чугун, листовое (котельное) железо, сталь, медь и некоторые ее сплавы — бронза, латунь. Механические свойства стали и сплавов были изучены сравнительно мало.

За последние 10 лет развитие техники потребовало значительного повышения качеств конструкционных материалов. Теперь советское машиностроение использует более 500 изготовляемых в СССР марок стали, чугуна и сплавов цветных металлов. Наука значительно расширила и углубила знания в области различных свойств металлов. Учитывая, в каких условиях работает каждая деталь (температура, давление, химическая среда), каким она подвергается нагрузкам (растяжение, кручение), конструктор теперь подбирает для нее наиболее подходящий материал, удовлетворяющий всем требованиям конструкции и технологии.

Успехи машиностроения неразрывно связаны с развитием науки о машинах: теории механизмов, методов исследования влияния производственных погрешностей, влияния износа и деформации звеньев механизма на его динамику — всего комплекса проблем технологии машиностроения, принципов конструирования машин, их узлов и деталей.

[1] См. А. Л. Лившиц и В. Я. Рассохин. Современное состояние и перспективы развития электрических способов размерной обработки металлов. «Станки и инструмент», 1954, № 11; 1955, № 1. В. К. Новожилов. Электрическая разрезка металлов. М., Машгиз, 1954. См. также В. Э. Думпе. Обработка отверстий электроискровым методом. Автореф. дис.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

А. М. ГЕЛЮТА

РАЗВИТИЕ ИДЕЙ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ РАЗРАБОТОК НА УГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ СССР

За последние годы проявляется большой интерес к добыче угля открытым способом, что следует объяснить известными преимуществами этого способа перед подземной добычей.

В 1954 г. добыча угля открытым способом возросла в два раза по сравнению с 1950 г., себестоимость добываемого угля была в 3,5 раза ниже, а производительность труда рабочих почти в 5 раз выше, чем при подземном способе добычи.

Есть все основания ожидать, что в следующее пятилетие (1956—1960) в нашей стране открытым способом будет ежегодно добываться более 100 млн. т угля.

Основными системами разработки месторождений при открытом способе являются транспортные и бестранспортные, различающиеся по способу перемещения вскрышных пород в отвал.

При разработке месторождений бестранспортными системами пустые породы перемещаются в выработанное пространство непосредственно вскрышными экскаваторами без помощи транспортных средств; при транспортных системах разработки перемещение пустых пород в отвал производится с применением различного рода транспорта — железнодорожного, автомобильного и др.

Распределение систем разработки в общем объеме вскрышных работ на угольных карьерах весьма различно. Транспортные системы в 1951 г. составили 87,2% общего объема вскрышных работ, а бестранспортные — всего 12,8%[1].

Это не является следствием несовершенства бестранспортных систем разработки. Наоборот, они более эффективны, чем транспортные, обеспечивают более высокую производительность труда рабочих и самую низкую себестоимость 1 м³ вскрыши и 1 т угля, чем все известные системы разработки месторождений открытым способом.

Технико-экономические показатели по вскрышным работам в зависимости от системы разработки в 1954 г. отчетливо видны из таблицы 1[2] на 218 стр.

Бестранспортные системы разработки выгодно отличаются от транспортных, так как при них резко сокращается потребность в транспортном оборудовании (паровозах, электровозах, думпкарах, путепередвигателях, тяговых подстанциях и т. п.), путевом (строительство и содержание путей

[1] См. Г. П. Егуров. Бестранспортные и комбинированные системы разработки в угольной промышленности. М., 1954.

[2] Таблица приводится из ст.: М. М. Соколовский. Развивать добычу угля открытым способом, «Уголь», 1955, № 3.

Таблица 1

Технико-экономические показатели по вскрышным работам в зависимости от системы разработки. 1954 г.

Системы разработки	Стоимость 1 м³ вскрыши, руб.	Среднемесячная производительность труда рабочих на вскрыше, м³
Бестранспортная, экскаваторами ЭГЛ-15 и ЭШ-14/75	1,18	5000
Транспортная, с применением ж.-д. транспорта	4,50	1000

на карьерах, породных станциях и отвалах) и ремонтном хозяйстве (ремонт локомотивов и думпкаров).

Начало применения бестранспортных систем разработок относится к 20—25-м годам текущего столетия и связано с появлением одноковшевых экскаваторов с большими рабочими размерами.

Впервые в практике открытых разработок СССР идеи применения бестранспортных систем нашли отражение в проектах разработки Челябинского и Черемховского месторождений, представленных горными инженерами И. Л. Соколиным и С. А. Подъяконовым.

В январе 1922 г. горный инженер И. Л. Соколин сделал попытку составить проект разработки открытым способом Челябинского месторождения.

Управление Челябинских копей предлагало разрабатывать борт Златоустовского разреза следующим образом: относительно легкие глинистые грунты вскрывать экскаватором с транспортировкой породы подвижным составом нормальной колеи, а нижний слой более твердых пород довскрывать вручную с конной откаткой. И. Л. Соколин выступил против проекта, ибо при его осуществлении терялись преимущества механической вскрыши.

Сочетание новейшего, усовершенствованного экскаватора с тяжелым малопроизводительным ручным трудом, конечно, не являлось правильным решением вопроса.

На транспорте также проявлялось это несоответствие, так как в начале рабочего процесса использовалась высокопроизводительная машина — экскаватор, а в конце применялся тяжелый ручной труд по разгрузке вагонов на отвале. Отвальных плугов и саморазгружающихся вагонов (думпкаров) наши разрезы в то время еще не имели.

Учитывая все это, инженер Соколин в 1922 г. предложил простой и экономичный способ вскрыши (рис. 1) с непосредственной отгрузкой грунтов экскаватором в выработанное пространство. «При этом весь грунт наносов подвергнется только одной рабочей операции: по отрывке паровой лопатой, он будет весь ею свален в старую выработку. Этот способ является основным при добыче открытыми работами угля в Соединенных Штатах Америки, обусловившим постройку и развитие специального типа рудничных экскаваторов, к числу которых принадлежит имеющаяся на Челябкопях паровая лопата № 2010»[1].

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Центр. упр. каменноугольной пром-сти при Гл. упр. по топливу (1921—1923 гг.), дело 156, св. 10 (проект инж. И. Л. Соколина).

Для увеличения скорости подвигания механической лопаты Бьюсайрус-2010, верхнюю часть наносов предлагалось снять многоковшевым экскаватором Любек-Бьюсайрус 566. Основной объем работы падал на паровую лопату — около 55%.

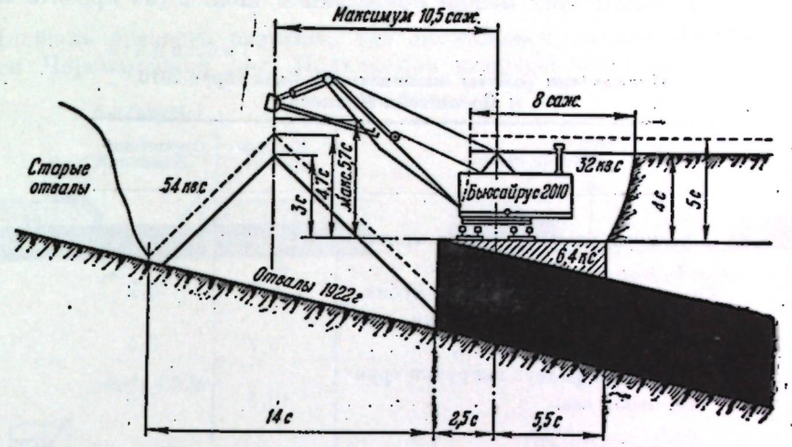


Рис. 1. Схема разработки восточного борта Златоустовского разреза Челябинского р-на (проект инженера И. Л. Соколина, 1921 г.)

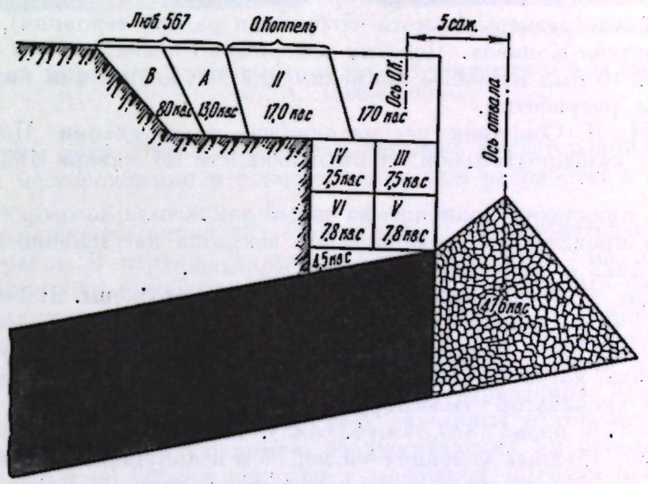


Рис. 2. Схема разработки Уфалейско-Емельяновского разреза Челябинского района (проект инженера И. Л. Соколина, 1921 г.)

Кроме Златоустовского угольного разреза вскрыша с откидкой породы в старые выработки предусматривалась и на Уфалейско-Емельяновском разрезе (рис. 2), где «... проект имел целью выработать такой метод и последовательность в производстве работ, которые дадут возможность значительную часть породы сбросить в старую выработку без продольного транспорта»[1].

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Центр. упр. каменноугольной промсти при Гл. упр. по топливу (1921—1923 гг.), дело 156, св. 10 (проект инж. И. Л. Соколина).

Инженер Соколин предлагал для производства работ воспользоваться машиной, однотипной с паровой лопатой 2010. Вследствие отсутствия тогда у нас в стране землеройных машин подобного типа, предлагалось использовать механическую лопату Оренштейн-Коппель.

Показатели работы этих машин приведены в табл. 2 (из проекта инженера Соколина).

Таблица 2

Показатели работы экскаваторов Бьюсайрус-2010 и Оренштейн-Коппель

Рабочие данные	Бьюсайрус-2010	Оренштейн-Коппель
Подъемная сила черпачного механизма, т	20	16—20
Емкость ковша, около саж. кубич.*	0,2	0,2
Наибольшая высота отгрузки, около саж.	5,7	3,5
Наибольший радиус выгрузки грунта; около саж.	10,5	5,0

* Сажень равна 2,13 м.

Из табл. 2 видно, что экскаватор Бьюсайрус-2010 имеет значительно большие рабочие размеры (высота отгрузки и радиус черпания), чем экскаватор Оренштейн-Коппель. Поэтому совершенно очевидно, что экскаватор Бьюсайрус-2010 был наиболее применим для осуществления бестранспортной системы разработки.

Проект И. Л. Соколина рассматривался на заседании Центрального управления каменноугольной промышленности 28 января 1922 г. и был утвержден [1].

28 марта правление Челябинских копей заключило договор с И. Л. Соколиным на производство механической вскрыши на Челябинских копях, и с 15 мая 1922 г. начались работы по вскрыше.

Материалы об осуществлении проекта не обнаружены. Известно лишь, что организовать работы согласно проекту не удалось[2]. Необходимые экскаваторы не были представлены. Проект пришлось на ходу изменять. И в мае месяце, когда все же удалось приступить к работам, единственный работающий экскаватор Бьюсайрус-2010 давал очень низкую производительность — 17% плана (870,34 куб. саж.), что объяснялось работой экскаватора в особо трудных условиях—в мерзлом и полумерзлом грунте. Взрывные работы по породе тогда еще не практиковались.

Несмотря на то, что проект Соколина не был осуществлен на практике, идея, заложенная в этом проекте,— применение бестранспортной системы разработки,— являлась передовой, нашедшей полное осуществление в более поздние годы, в период Великой Отечественной войны.

Другой, не менее интересный проект этого периода, также основанный на применении бестранспортной системы разработки, был представлен горным инженером С. А. Подъяконовым в 1922 г. по разработке Черемховского месторождения.

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Центр. упр. каменноугольной пром-сти при Гл. упр. по топливу. Дело 76, св. 5 (Протокол правл. ЦИКП об экскаваторных работах на Челябинских копях от 28 января 1922 г.).

[2] См. ст. «О применении экскаваторов в каменноугольной промышленности (опыт Челябинских копей)». «Топливное дело», 1923, № 3.

30 сентября 1921 г. было вынесено постановление Совета Труда и Обороны о всемерном развитии добычи угля открытым способом в Черемховском бассейне. Из нескольких представленных проектов открытых работ Главное управление по топливу остановилось на проекте С. А. Подъяконова.

Площадь древнего размыва, где расположен угольный пласт, называется Черемховский лог. Подъяконов намечает общее направление работ

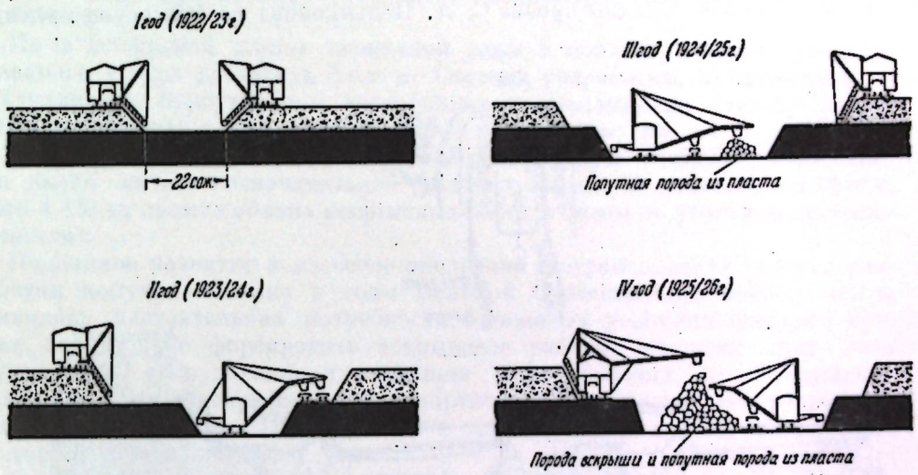


Рис. 3. Схема разработки Артемовского разреза Черемховского р-на (проект инженера С. А. Подъяконова)

вдоль долины лога. Разработка предполагалась двухсторонняя в центральной части месторождения и односторонняя при разработке его боковых ответвлений.

Проект предусматривал две стадии работ: подготовительную и стадию развития работ. В первой стадии породы вывозятся. Во второй стадии часть пласта уже выработана, что позволяет производить свалку породы на почву пласта «средствами того же механического снаряда, которым производится вскрыша, путем применения к нему транспортера»[1].

Бестранспортная система разработки, предложенная С. А. Подъяконовым для второй стадии вскрышных работ, «упразднила все отвозочные и свалочные устройства, т. е. всю сеть рельсовых путей, весь паровозный и вагонный парк и целую армию обслуживающих их рабочих»[2].

Схема работ по углю и вскрыше с разбивкой по годам представлена на рис. 3.

В первый 1922/23 г. предусматривалась проходка траншей, вскрыша срединной части и зачистка кровли пласта для установки угольного экскаватора. Вывоз пород вскрыши предполагался железнодорожным транспортом.

Во второй год (1923/24) планируется установка угольного экскаватора, но попутная порода, так же как и порода вскрыши, вывозится на отвал.

В третий операционный год (1924/25) уголь при породоотборке грузится в железнодорожные вагоны, а порода остается на дне карьера. Породы

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Центр. упр. каменноугольной пром-сти при Гл. упр. по топливу за 1921—1923 гг., дело 39, св. 5 (К вопросу об открытых работах в Артемовском разрезе Черембасса. Проект разработки экскаваторами месторождений угля по Черемховскому логу. Горн. инж. Подъяконов С. А. Апрель 1922).

[2] Там же.

вскрыши попрежнему вывозятся. В четвертый год (1925/26) как попутная порода, так и породы вскрыши остаются на дне карьера.

В третий и четвертый операционные годы вскрышные работы проектируемого Артемовского разреза переводились на бестранспортную систему разработки, по которой в дальнейшем предполагалось их вести.

20 июля 1922 г. С. А. Подъяконов заключил договор с правлением Черемховских копей на производство вскрышных работ в Артемовском разрезе. 11 августа 1922 г. договор вступил в действие и были начаты работы по проходке траншеи. Однако проект С. А. Подъяконова не был осуществлен,

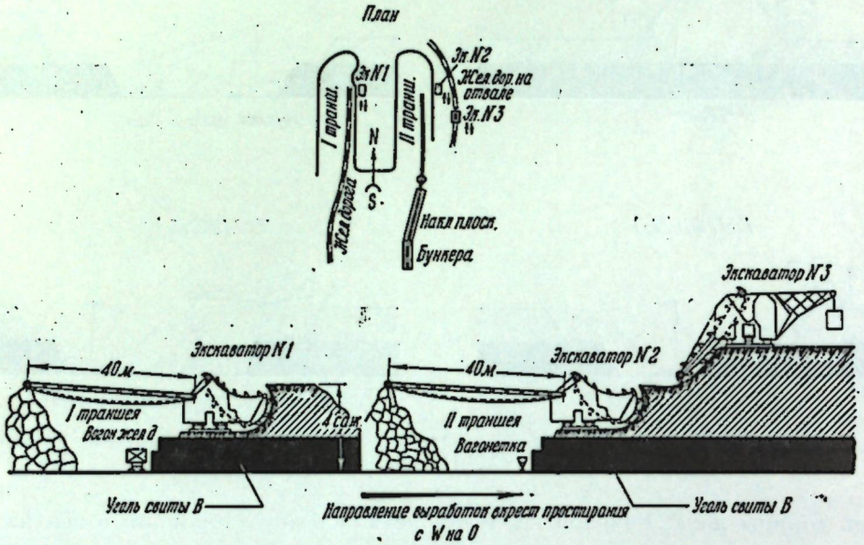


Рис. 4. Схема разработки Богословского разреза

так как в первые годы Советской власти отсутствовало специальное оборудование, необходимое для осуществления бестранспортных систем разработок.

Кроме Челябинского и Черемховского бассейнов, попытка применить бестранспортные системы разработки была предпринята также на Богословских разрезах.

К 1921 г. на этих разрезах применялись три многочерпаковых и два одноковшевых экскаватора. Работы в разрезе производились по схеме, изображенной на рис. 4. Два многочерпаковых экскаватора, установленных на вскрыше, работали с транспортерными лентами (экскаваторы № 1 и № 2). Для этого типа экскаваторов была выбрана система разработки с перевалом пустой породы в выработанное пространство. Она, по существу, являлась бестранспортной системой разработки.

Таким образом, можно видеть, что еще в первые годы Советской власти наши горные инженеры стремились внедрить там, где это было целесообразно, высокоэффективную бестранспортную систему разработки. Это наблюдалось и в дальнейшем, в первой, второй и в начале третьей пятилетки.

Так, в 1933—1935 гг. была сделана попытка проектирования бестранспортной системы разработки с переэкскавацией породы мощными канатными экскаваторами для Райчихинского буроугольного месторождения, но отсутствие

в то время экскаваторов с необходимыми рабочими параметрами не позволило осуществить проект[1].

Впервые бестранспортная система разработки была применена на Райчихинском буроугольном месторождении (Северный карьер) в конце августа 1939 г., а в 1940 г. объем вскрышных работ по этой системе разработок составил 420,6 тыс. м³, или 10% от общего объема вскрышных работ по тресту Райчихуголь. Разработка вскрышных пород производилась многочерпаковым экскаватором, транспорт породы в выработанное пространство осуществлялся при помощи ленточного конвейера, смонтированного на экскаваторе.

Из-за небольшой длины черпачной рамы и конвейера высота разрабатываемого уступа достигала 3—9 м. Система разработки, применяемая на Райчихинском буроугольном месторождении, напоминала систему разработки вскрышных пород Богословского разреза (см. рис. 4).

Несмотря на попытки внедрить бестранспортную систему разработки, она имела весьма незначительное распространение и составляла в 1940 г. всего 4,4% от общего объема вскрышных работ в целом по угольной промышленности[2].

Подлинное развитие и массовое внедрение бестранспортная система разработки получила только в годы Великой Отечественной войны, когда появилась настоятельная потребность, в тяжелых условиях военного времени, значительно форсировать вскрышные работы, сократив при этом затраты на оборудование и уменьшив штат рабочих и обслуживающего персонала. Внедрение бестранспортной системы разработки разрешило задачу увеличения производительности труда рабочих и уменьшения себестоимости тонны добытого угля.

В начале войны возникла острая необходимость максимального упрощения систем разработки и высвобождения дефицитного оборудования и материалов.

В связи с этим группа инженеров отдела открытых работ Наркомата угольной промышленности в 1941 г. предложила применить бестранспортную систему разработки для Карагандинского буроугольного разреза № 2. Была поставлена задача максимально упростить систему разработки без применения дефицитного оборудования и материалов.

Предложенная несколько раньше трестом Шахтопроект схема вскрытия Карагандинского буроугольного разреза предусматривала применение транспорта для отвозки вскрышных пород, что неизбежно создавало затруднения в оснащении карьера думпкарами, паровозами, верхним строением пути, а также в обеспечении разработок большим количеством рабочих для обслуживания указанного оборудования.

Однако наличие на Карагандинском разрезе двух мощных экскаваторов с емкостью ковша 6 м³ (375-В) 3 м³ (200-В) и их исключительно удачные рабочие параметры создавали благоприятные условия для применения бестранспортной системы разработки.

Работы предполагалось начать с проходки разрезной траншеи в пределах промплощадки. Траншея проходится драглайном 375-В; порода от проходки размещается на рабочем борту траншеи, а затем скрепером растаскивается по этой площадке на высоту 1,7 м.

После второй проходки порода вновь растаскивается по промплощадке на высоту 3,5 м. Таким образом высота вскрышного забоя увеличивается

[1] См. П. К. Савченко. Выбор рациональных систем разработки Райчихинского буроугольного месторождения. В кн. «Вскрытие и системы открытой разработки угольных месторождений». Углетехиздат, 1953.

[2] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти Фонд Гл. упр. открытых работ Плановый отд. 1940—1950, св. 1, д. 8.

до 11,5 м плюс 3,5 м, что составит 15 м. Рабочие размеры вскрышного экскаватора 200-В (максимальная высота резания) позволяли отрабатывать уступ такой высоты.

Временный отвал в 3,5 м предполагалось разместить в выработанном пространстве после проходки разрезной траншеи по углю. Проект предусматривал на проходке разрезной траншеи вне пределов промплощадки спаренную работу двух экскаваторов 357-В и 200-В. Порода от этой проходки размещается на нерабочем борту траншеи. В дальнейшем в работу на вскрыше вступает экскаватор Везер-Хютте. Он разрабатывает уступ высотою 16 м и сбрасывает породу на откос. Экскаватор 200-В сбрасывает эту породу в выработанное пространство.

Описанная выше схема ведения работ, кроме возможности использования мощных экскаваторов с наибольшей производительностью, при наиболее полном использовании их параметров, высвобождала значительное количество транспортного оборудования (паровозов, думпкаров), а также давала экономию в штате рабочих.

Удешевление стоимости работ при этом происходило как в строительной части (подготовительные работы по проходке траншей), так и в части эксплуатационной (вскрышные работы).

Техническое совещание в Наркомугле по рассмотрению эскизного проекта разработки Карагандинского разреза № 2, разработанного группой инженеров отдела открытых работ Наркомугля под руководством инженера Грибченкова, постановило: «Предложенную схему принять и рекомендовать к использованию на строительстве Карагандинского разреза № 2»[1]. Совещание также отметило, что, «учитывая отсутствие рельс, подвижного состава, тяговых средств, разработанная схема строительства и эксплуатации одновременно разрешает вопрос устранения дефицитного оборудования строительства и эксплуатации разреза с наименьшими затратами средств и со значительным сокращением рабочей силы»[2].

Однако этот проект на Карагандинском угольном разрезе не был полностью осуществлен. В связи с необходимостью быстрого развития добычи угля на Урале в начале войны один экскаватор 200-В был переведен на Коркинские разрезы. На Карагандинском разрезе № 2 бестранспортная вскрыша проводилась только частично при помощи драглайна 375-В.

Быстрое развитие добычи угля на Урале могло осуществляться за счет пополнения предприятий новым оборудованием и изменения способов работ. Именно в это время (1943 г.) возникла идея применения бестранспортных систем разработки для Богословского угольного месторождения.

Работа в период войны на Богословском месторождении была сопряжена с большими трудностями, особенно при разработке нижних горизонтов и транспорте породы на отвал. В то время стала задача замены существовавшей практики работ с железнодорожным транспортом породы более рациональной технологией производства.

В 1943 г. на Богословских углеразрезах была применена следующая система разработки нижних горизонтов: порода нижнего уступа переваливается экскаватором в разрез, при этом заваливается обнаженный откос угольного пласта, от которого затем порода переваливается драглайнами в отвал при помощи одной или двух перекидок. На рис. 5 изображены вверху вскрышная механическая лопата 200-В с емкостью ковша 3 м³, экскавирующая породу в выработанное пространство; несколько ниже расположен передопачивающий драглайн с емкостью ковша 2,3 м³; еще ниже виден добычной экскаватор с емкостью ковша 0,5 м³, погружающий уголь

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Тех. упр. Бюро изобр., д. 7, св. 14 (Протокол совещ. в техотделе Наркомугля от 24 мая 1941 г.).

[2] Там же.

на ленточный транспортер. Мощность пласта на Богословском месторождении составляла 25—30 м и более. В подобных условиях бестранспортная вскрыша нигде ранее не применялась.

Применение бестранспортной системы разработки в таких сложных условиях даже со вторичным перелопачиванием эффективно разрешало вопрос вскрытия и разработки нижних горизонтов Богословского месторождения, так как вывозка породы с этих горизонтов была весьма затруднительной.

Новая система разработки, при которой порода с верхних уступов вывозилась ж.-д. транспортом на внешние отвалы, а с нижнего уступа перевалилась в отработанную часть разреза, получила название комбинированной.

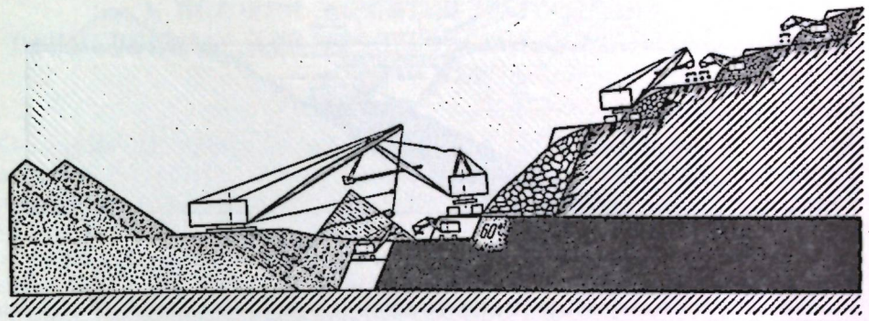


Рис. 5. Богословский разрез. Трест Вахрушевуголь (1943 г.)

Как отмечалось в приказе № 318 от 28 июля 1944 г. по Наркомату угольной промышленности, «в результате внедрения этого метода на угольных разрезах треста Богословуголь высвобождается для других участков ежесуточно 5 породных составов, производительность вскрышных экскаваторов увеличилась более чем в два раза, отпала необходимость устройства капитальных выездных траншей на нижние горизонты с объемом земляных работ в 1944 г. в 300 тыс. м³ и стоимость одного м³ вскрыши, производимого на перевал, уменьшилась в 4 раза». Начальнику производственно-технического отдела открытых работ Н. В. Мельникову, под руководством которого была внедрена указанная система, было предложено разработать мероприятия по распространению бестранспортной системы разработки на другие угольные разрезы.

Бестранспортная система разработки начинает получать все большее распространение на разрезах угольной промышленности. Так, в 1943 г. с помощью драглайнов по бестранспортной схеме экскавации в короткие сроки был построен разрез № 5 на пласте «Борода» в тресте Коркинуголь.

В 1944 г. началась разработка Чумляковского пласта на разрезе № 6 в тресте Коркинуголь по бестранспортной системе разработки. На рис. 6 приведена схема такой разработки на Коркинском месторождении.

Бестранспортная система разработки начинает получать все большее распространение в тресте Райчихуголь и Карагандауглеразрез.

В феврале 1945 г. коллегия Наркомугля обязала производственно-технический отдел открытых работ и трест Карагандауглеразрез внедрить в первом полугодии 1945 г. бестранспортную схему вскрыши на разрезе № 2 с использованием экскаватора Бьюсайрус и Монигап.

Производственно-техническому отделу, комбинату Хабаровскуголь и тресту Востсибуголь было предложено в 1945 г. внедрить бестранспорт-

ную вскрышу на двух участках разрезов треста Райчихуголь и на Храмцовском разрезе треста Востсибуголь[1].

В целом за годы войны по Народному комиссариату угольной промышленности объем вскрыши по бестранспортной системе разработки, так называемой вскрыши «в перевал», вырос более чем в 8 раз — с 420,6 тыс. м³ в 1940 г. до 3462,1 тыс. м³ в 1945 г.[2].

Таким образом, в трудных горногеологических условиях (большая мощность пластов, наклонное залегание) и при недостатке технических средств

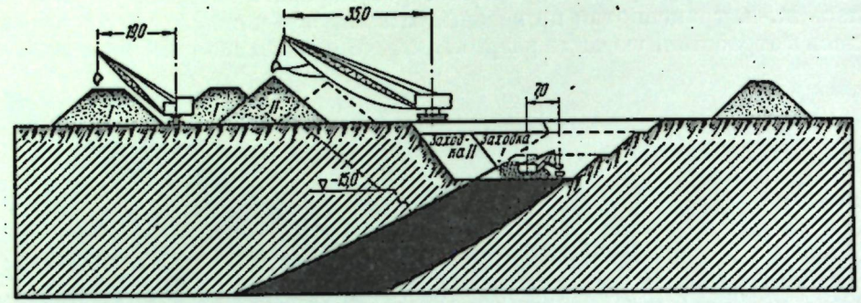


Рис. 6. Чумлянский пласт, разрез № 6. Трест Коркинуголь (1944 г.)

советским инженерам удалось внедрить новые, более эффективные системы открытой разработки.

Работа угольщиков-открытчиков по внедрению в сложных горногеологических условиях достаточно эффективной бестранспортной и комбинированной системы разработки получила высокую оценку.

Постановлением правительства от 26 июня 1946 г., за коренное усовершенствование открытых разработок угольных пластов, обеспечивающее значительное повышение производительности труда и рост добычи угля, группа инженеров была удостоена Сталинской премии (Н. В. Мельников, Г. М. Моргунов, М. Я. Афонин, А. С. Чернегов, А. В. Топчиев). В послевоенные годы, в связи с изготовлением в нашей стране мощных шагающих экскаваторов-драглайнов ЭШ-14/75 и механических лопат-гигантов ЭГЛ-15 с большими рабочими размерами, значительно расширяется область применения бестранспортных систем разработок. Появилась возможность приступить к организации добычи угля открытым способом в Подмосковном, Кузнецком бассейнах и во многих других.

В настоящее время бестранспортная система разработки имеет в угольной промышленности большое значение.

[1] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Коллегии Наркомугля за 1942—1945 гг., св. 3, д. 5 (Протокол заседания Коллегии № 176 от 8 февр. 1945 г.).

[2] Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти. Фонд Гл. упр. открытых работ. Плановый отд. 1940—1950, св. 1, д. 8.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

А. И. ЧЕРЕПНЕВ

К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

Основным материалом, применявшимся для изготовления металлорежущего инструмента почти до 70-х годов XIX столетия, была углеродистая сталь. Такая сталь вполне соответствовала тем режимам резания металла и требованиям, которые в то время предъявлялись к металлорежущему инструменту.

Благодаря высокому содержанию углерода (обычно около 1,5%) эта сталь являлась материалом достаточно твердым, чтобы резать другие металлы, кроме того, она обладала достаточной для режущего инструмента механической прочностью и была довольно износоустойчива.

Углеродистую сталь, как отмечает И. А. Двигубский, обычно получали нагревом железных прутьев в каменных ящиках «цементной» печи послойно с мелким углем, золою или толченым стеклом. После 5—6 дней выдержки в печи прутья вынимали и несколько раз проковывали. Готовую сталь плавили с каким-нибудь «плавнем», например с мелом и глиной, в плавильном горшке и таким образом получали «очень твердую сталь, особливо пригодную для делания инструментов»[1].

В Германии сталь, употребляемая для металлорежущих инструментов, обычно изготавливалась из шведского железа (преимущественно марки L и $\frac{P}{L}$)[2].

Железо помещалось в глиняные тигли и засыпалось древесным углем, после чего тигли ставились в особую печь, где и происходило науглероживание железа и превращение его в сталь.

Самая твердая сталь, употребляемая обычно для производства металлорежущего инструмента, отличалась по неровностям, покрывающим поверхность отливки[3].

Очень часто железные режущие инструменты ранних периодов наваривались так называемым «укладом» (материалом несколько более мягким, чем цементованная сталь). Получался «уклад» или путем переплавки железного лома с одновременным обезуглероживанием его или непосредственно из руд.

Изготовленный таким образом металл получил название натуральной (заводской) стали или «уклада».

В своей работе Х. Ф. Функе[4] отмечает, что «польза стали состоит особенно в том, что из нее делают различные инструменты, которыми пилят, режут,

[1] И. А. Двигубский. Начальные основания технологии. СПб., 1807, стр 184.

[2] См. «Dinglers Politechnisches Journal», B. 9, 1822, S. 65, 392.

[3] См. там же, стр. 94—95.

[4] «Технология», соч. Ф. Функе, ч. III. М., 1806, стр. 215.

сверлят и обрабатывают самые металлы»[1]. Таким образом, автор подчеркивает особое значение стали как инструментального материала.

В разработке научных основ металлургии и процессов получения и обработки стали особое значение имела деятельность общепризнанного основоположника науки о стали Д. К. Чернова. Большие заслуги в этой области принадлежат П. П. Аносову, В. Е. Грум-Гржимайло, Н. В. Калакуцкому, Флорису Османду, Роберту Аустену и др. Необходимо отметить роль Генри Бессемера и братьев Мартен в деле получения стали.

Вторая половина XIX в., характеризующаяся крутым подъемом почти всех отраслей промышленности, является переломным периодом и в развитии инструментальных материалов.

С ростом металлообрабатывающей промышленности значительно увеличивается расход металлорежущего инструмента, расширяется его номенклатура, повышаются требования к его качеству. От материалов, применяемых для изготовления инструмента, требуется гораздо большая твердость, вязкость, износоустойчивость и механическая прочность. С повышением режимов резания металлов появляется еще одно требование — красностойкость (т. е. способность стали сохранять свои режущие свойства при большом нагреве, неизбежном в работе с повышенными скоростями). Углеродистая сталь удовлетворить эти требования была уже не в состоянии, а промышленность настоятельно нуждалась в создании материалов, более соответствующих всем вышеперечисленным требованиям. Из разнообразных марок сталей, предложенных различными исследователями в середине XIX в., наибольшую известность получила сталь, запатентованная в 1859 г. директором «*Titanic Steel C°*» Р. Машетом (*R. F. Mushet*)[2]. Это была так называемая «самозакаливающаяся» сталь, легированная вольфрамом, марганцем и хромом. Однако при работе инструментами, изготовленными из этих сталей, в то время использовалась только их повышенная твердость, позволявшая обрабатывать очень твердые материалы, скорость же резания повышалась весьма незначительно (рис. 1).

15 апреля 1900 г. в Париже открылась промышленная выставка, на которой демонстрировался резец, работавший со скоростью более 35 м/мин, т. е. почти в 5 раз превышающей скорость, допускаемую при работе инструментами из стали Машета (рис. 1). Сталь, из которой был выполнен этот резец, открытая Тейлором и Хейнзом в 1898 г., за свою способность сохранять режущие свойства при повышенных скоростях резания получила название быстрорежущей (rapid cutting steel).

В феврале 1901 г. Тейлору были выданы на эту сталь патенты за № 668269 и 668270. Первые полученные им составы сталей имели очень много общего с уже применявшимися инструментальными сталями, так как свои свойства новая сталь получила в основном не от введения новых элементов, а благодаря новому способу ее термообработки. После ряда опытов Тейлору удалось установить, что традиционная температура нагрева инструмента под закалку до 600—700° совершенно непригодна для инструмента из быстрорежущей стали, который полностью раскрывает свои режущие свойства только при нагреве под закалку до температуры, близкой к точке плавления.

Дальнейшие систематические исследования привели к производству стали, по составу очень близкой к современному «быстрорезу» (в 1906 г. Тейлором была предложена сталь, содержащая 18% W, 5% Cr, т. е. подобная современной марке «Р-18».)

[1] «Технология», соч. Ф. Функе, ч. III. М., 1806, стр. 217.
[2] См. Английские патенты 1859 г., кн. 85, № 500, 501 и 690: 1861 г., кн. 82, № 1817.

Режущие свойства открытых в то время сталей в основном обеспечивали легирующие карбиды, которые делали их красностойкими и более износоустойчивыми. Возможно, что именно способность карбидов улучшать режущие свойства инструмента привела исследователей к мысли создать материал, состоящий главным образом из карбидов. Поэтому следующий этап в развитии материалов для металлорежущего инструмента характеризуется появлением твердых сплавов, состоящих в основном из карбидов.

Первый общеизвестный патент на сплав из литых карбидов, названный «стеллитом» (от латинского Stella — звезда), был взят Хейнзом (Haynes)

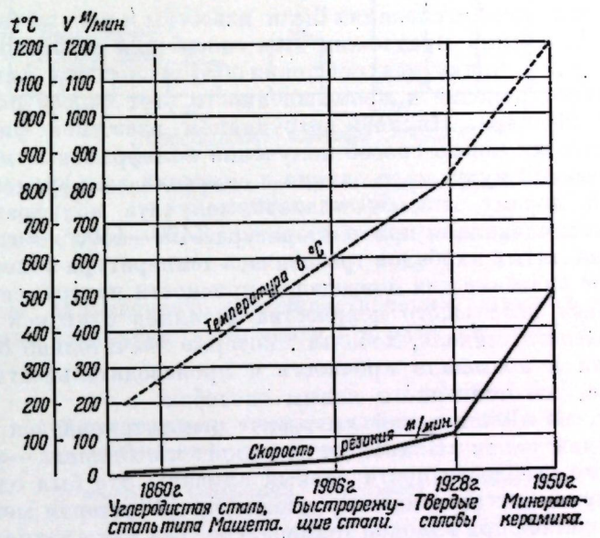


Рис. 1. Повышение красностойкости и скорости резания металлорежущих инструментов в связи с развитием материалов, применяемых для их изготовления.

в 1907 г. (патент № 873745). Стеллит был получен Хейнзом совершенно случайно, при изыскании им новых сплавов для электрических сопротивлений. Хейнз не понял природы этих сплавов, так как он вовсе не подозревал, что в их состав вошел углерод из стенок графитовых тиглей, употреблявшихся им при опытах.

Благодаря способности стеллита сохранять свои режущие свойства при температуре выше 1000° его начали использовать в качестве материала для изготовления металлорежущего инструмента. Несколько позже твердый сплав такого же типа был запатентован Хейнзом во Франции (патент № 454064 1913 г.).

Стеллит, имеющий в своем составе около 50% вольфрама, знаменовал собой начало развития новых материалов, главной составляющей которых являются карбиды этого металла.

В 1914 г. немецкими изобретателями Фойгтлендером и Ломаном (Voigtländer und Lohmann) были предложены сплавы, почти целиком состоящие из карбидов вольфрама[1]. Инструмент, изготовленный из этого материала, был чрезвычайно тверд и теплостоек, но в то же время настолько хрупок,

[1] См. Немецкие государственные патенты 1914 г. № 286184, 289066, 292583, 295656 и 295726.

что трескался даже от усилия зажима. Поэтому все твердые сплавы этого типа широкого распространения в качестве режущего материала в то время не получили. Вся дальнейшая работа, проводимая по улучшению твердых сплавов, была направлена преимущественно на придание им большей прочности. Интересно отметить, что в этом же направлении в настоящее время ведутся работы и в области минералокерамического инструмента, где совместить свойства вязкости и твердости еще трудней.

Огромное значение для дальнейшего развития твердых сплавов имело открытие Карлом Шретером (Karl Schröter) нового способа их изготовления методом спекания[1].

Хотя основы способа спекания были известны и раньше (в 1826 г. в России П. Г. Соболевский предложил этот способ для изготовления монет из платины, а в 1829 г. появились сообщения об этом способе в Англии[2]), однако широкое распространение в промышленности этот способ получил только после работ Шретера. Являясь сотрудником известной фирмы «Osram», Шретер предложил новый способ получения вольфрамовых нитей для лампочек накаливания путем прессования и спекания вольфрамового порошка.

Благодаря новому способу удалось получить вольфрамо-карбидовые твердые сплавы спеканием при температуре 1400—1500°, тогда как раньше для получения литых карбидов требовалась температура более 2000°. Кроме того, большое значение для повышения прочности инструмента имела присадка к сплаву небольшого количества металлов с низкой температурой плавления (железо, никель, кобальт), которые значительно облегчали процесс спекания и повышали прочность и производительность инструмента из материала, изготовленного новым способом.

В 1927 г. на Лейпцигской выставке демонстрировался выпущенный фирмой Круппа сплав «Видиа» (от немецкого *wie Diamant* —«как алмаз»,— т. е. сплав, по твердости почти равный алмазу). Это был один из первых сплавов, полученных на основе предложенного Шретером метода спекания компонентов сплава при высокой температуре. Так как в технологии твердых сплавов оказалось много общего с изготовлением керамических изделий, то их назвали металлокерамическими. Купленный фирмой «Карболой Нью-Йорк Сити» и несколько измененный сплав «Видиа» стал называться «Карболой» (т. е. сплав углерода). Сплавы типа «Видиа», «Карболой» и т. п. развивались в Америке главным образом с использованием карбидов тантала. Производительность танталовых сплавов при обработке стали превосходила немецкие твердые сплавы, созданные на основе карбидов вольфрама. В результате проведенных в Германии исследований выяснилось, что присадку дорогого тантала можно с успехом заменить титаном, что нисколько не повлияет на режущие свойства материала. Эта мысль ясно выражена в немецком патенте № 622347 1931 г.

Сплавы, содержащие титан, дали возможность еще более увеличить скорость резания (рис. 2)[3], так как имели повышенную по сравнению с другими твердыми сплавами красностойкость и твердость. Подобные сплавы появились под марками S_3 (5% Tic); S_1 (16% Tic); F_1 (25% Tic) и, наконец, сплав марки F_2 был получен в 1941 г. и имел уже около 60% карбидов титана. Большое распространение за границей в последние годы получили также твердые сплавы марки G_4; G_5; G_6, полученные на основе карбидов вольфрама и имеющие соответственно 20, 25 и 30% кобальта.

Первая марка этих сплавов — G_1 получила окончательное оформление в патенте № 751241, выданном в 1938 г. Хиннюберу и Амману (Hinnüber und Amman).

[1] См. Немецкие государственные патенты 1923 г. № 420689; 1925 г. № 434525.
[2] «Phil. trans. royal Soc. of London», v. 119, 1829, p. 1.
[3] Рисунок взят из журнала «Sthal und Eisen», 1951, H. 21, S. 1086.

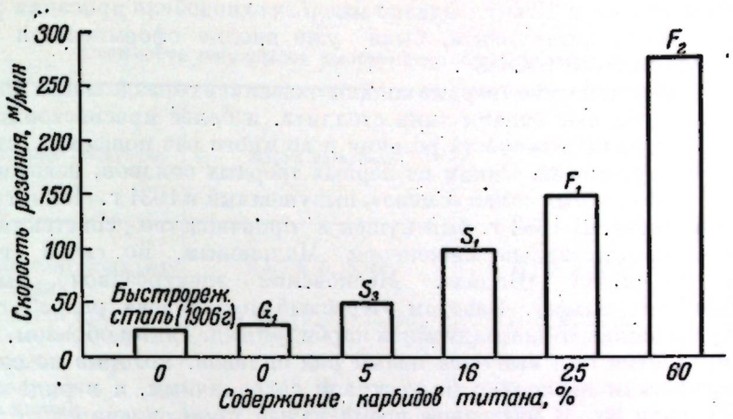


Рис. 2. Увеличение скорости резания в зависимости от содержания карбидов титана.

Глубина резания — 1 мм, подача — 0,18 мм/об, сталь $\sigma_в$ — 100 кг/мм²

В процессе дальнейшего совершенствования сплавов этого типа их прочность была увеличена более чем в $1^1/_2$ раза (см. табл. 1).

Таблица 1

Характеристика твердых сплавов марок G и H

Марка сплава	Содержание WC, %	Содержание CO, %	Прочность на изгиб, кг/мм²
G_1	94	6	160
G_2	89	11	210
G_3	85	15	240
G_4	80	20	260
G_5	75	25	270
G_6	70	30	280
H_1	94	6	150

В 1929 г. был выпущен сплав марки H, широко употребляемый для обработки особо твердых материалов.

В связи с начавшейся второй мировой войной и необходимостью экономить стратегическое сырье, в США и других воюющих странах применявшаяся ранее для производства инструмента вольфрамовая сталь заменяется сталями молибденовыми (марки 66, 94, 46 и т. п.), а также сталями малолегированными (класс BCD и т. п.).

В 1950 г. за границей появляются новые сплавы, имеющие в своем составе и карбиды титана и карбиды вольфрама (сплавы марок ТТ-1, ТТ-2, ТТ-3). Присадка к титановольфрамокобальтовым сплавам карбидов тантала еще более повысила их теплостойкость, а следовательно, и производительность. При этом было замечено, что красностойкость сплавов увеличивается при увеличении содержания кобальта. Хотя сплавы с присадкой тантала стали

появляться только в 1950 г., однако мысль, что подобная присадка улучшит условия резания инструмента, была уже вполне оформлена в патенте Аммана (Amman) № 662058[1].

Металло-керамические твердые сплавы оказались гораздо менее хрупкими, чем литые карбидные сплавы типа стеллита, и более красностойкими, что позволило увеличить скорость резания и во много раз повысить стойкость режущих инструментов. Одним из первых твердых сплавов, изготовленных в Советском Союзе, был сплав «Смена», выпущенный в 1931 г. Ленинградским институтом стали. В 1932 г. был пущен в производство советский сплав «Победит», предложенный инженером Мальковым, по своей структуре близкий к сплаву «Видиа». Московский электрозавод выпускает сплав «Победит альфа». Заводом «Красный путиловец» разрабатывается сверхтвердый сплав «Бикар» (двойной карбид) и т. д. Таким образом, к концу первой пятилетки был выпущен целый ряд сплавов, которые по своим режущим свойствам нисколько не уступали заграничным, а в ряде случаев и превосходили их. В настоящее время нашей промышленностью изготовляются в основном сплавы двух типов: вольфрамокобальтовые и титановольфрамокобальтовые. Основу этих сплавов составляют карбиды титана и вольфрама, сцементированные кобальтом. Таким образом, железо, составлявшее основу начального материала для металлорежущего инструмента — углеродистой стали, постепенно совершенно вытесняется из состава инструментальных материалов и заменяется легирующими элементами и их карбидами. Вместе с изменением материала, естественно, менялась его конструкция и геометрия режущей части. Так как твердый сплав изготовляется в виде пластинок, изменяются и усовершенствуются многообразные способы крепления пластинки к державке инструмента. Вследствие повышенной хрупкости твердого сплава в инструменте начинают широко применяться отрицательные передние углы.

С увеличением количества потребляемого инструмента требовалось все больше быстрорежущей стали и твердых сплавов, в связи с чем все ощутительней стал один из основных недостатков этих материалов — большое содержание в их составе дорогих и дефицитных компонентов (см. табл. 2 на след. стр.).

Например, в состав современной быстрорежущей стали входит от 8 до 18% вольфрама, твердые сплавы содержат 70—95% карбидов вольфрама, 5—6% карбидов титана и 6—10% кобальта. Отсюда ясно, какое огромное количество этих ценных материалов расходуется на изготовление режущего инструмента, потребление которого растет из года в год. Поэтому в истории развития материала, употребляемого для изготовления металлорежущего инструмента, наступает период, когда особенно большую роль начинает играть борьба за экономию дорогостоящих и дефицитных составляющих, борьба за замену их компонентами менее дорогими и дефицитными, но придающими материалу столь же высокие режущие свойства. Работы в этом направлении велись по линии сокращения количества этих составляющих как в стали, так и в металлокерамике. Широкие исследования, проведенные в Советском Союзе Н. А. Минкевичем, Н. Т. Гудцовым, М. В. Приданцевым, А. П. Гуляевым и др., дали возможность получить более дешевые низколегированные быстрорежущие инструментальные стали (ЭИ-184, ЭИ-262, ЭИ-172, ЭИ-328 и т. п.) с более экономичным использованием легирующих элементов и в то же время не уступающие в ряде случаев по своим свойствам быстрорежущим сталям. Работы по сокращению количества вольфрама (W), хрома (Cr), кобальта (Co) и т. п. в области металлокерамики позволили создать материал, совершенно свободный от этих составляющих.

[1] «Stahl und Eisen», 1947, S. 124/26.

Таблица 2

Стоимость различных инструментальных материалов*

Наименование продукции	Марка материала	Стандарт или тех. условия	Цена за 1 кг материала, руб. (цена стали дана для размера 32—50 мм)
Углеродистая сталь (качественная)	У-4, У-5, У-6	4 МТУ 3380-53	0,82
Углеродистая сталь (высококачественная)	У-7А, У-8А, У-9А, У-10А, У-12А, У-13А	Гост 1435-54	1,2
Легированная сталь:			
Ванадиевая	Ф	Гост 5950-51	1,7
Хромистая	Х-12	Гост 5950-51	2,9
Быстрорежущая сталь	Р-18, Р-18М	Гост 5952-51	20,00
	РК-10	МПТУ 4256-53	56,7
Сталь-заменитель	ЭИ-328	ТУ 779 з-д Электросталь	3,27
Твердые сплавы	ВК-2	ТСТИ 163-53	110
Смеси вольфрамовые и титановольфрамовые	ВК-15	ЦМТУ 4592-55	140
	Т-15 к 6	ЦМТУ 4562-55	125
Изделия из минералокерамики	Релит	ТУВМ 2-251-54	120
	Ц. М. 332	ТУРМ 4-117-54	50

* Таблица составлена на основании прейскуранта № 01—03 оптовых цен на качественную сталь (М., 1955, стр. 38—40) и прейскуранта № 02—03 оптовых цен на твердые сплавы и изделия из них (М., 1955, стр. 11—12).

Изобретение минеральной керамики явилось новым этапом в истории развития режущих материалов, характеризующим начало нового «неметаллического» направления.

При изготовлении минеральной керамики вместо металлических порошков применяются минеральные порошки (синтезированные химические соединения, чистые окислы), а для связи — не кобальт или никель, а стеклоцемент, представляющий собой тонкую стеклянную пудру. Чем больше этого цементирующего вещества находится в минералокерамике, тем больше ее хрупкость. В больших массах стекло хрупко, но тончайшие микронные нити и пленки стекла обладают очень высокой прочностью (например, сопротивление на разрыв стеклянной нити диаметром в 0,05 мм составляет 5 кг/мм², а нитей в 0,5 μ (0,005 мм) более 2000 кг/мм²). Для повышения прочности керамических материалов количество стекловидной фазы, входящей в их состав, следовало свести до минимума и распределить ее по всей массе равномерно. Изготовленный на кафедре стекла Московского химико-технологического института (МХТИ) новый материал — «микролит» отличается плотностью «упаковки» кристаллов и весьма малой толщиной межкристаллического слоя. Свое название «микрокристаллит», или сокращенно «микролит», этот материал получил вследствие своей ультратонкой структуры, состоящей из миллионов однородных, микроскопически малых кристаллов.

Работами Всесоюзного научно-исследовательского института инструмента (ВНИИИ) было установлено, что пластинки микролита — ЦМ-332 имеют более мелкие кристаллы (тонкое зерно), чем пластинки термокорунда ТВ-48 (рис. 3). И именно этим можно объяснить, что микролит обладает гораздо большей стойкостью в процессе работы, чем термокорунд (рис. 4).

Появление минеральной керамики намного увеличило возможность повышения производительности труда на металлообрабатывающих предприятиях, так как до сих пор основной причиной неудач в отыскании новых

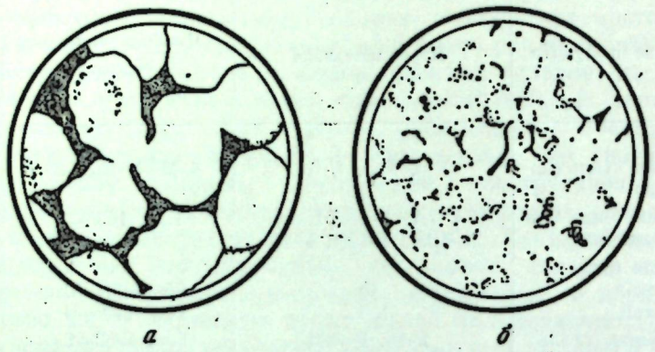


Рис. 3. Микроструктура термокорунда (*а*) и микролита (*б*)

металлических композиций являлись чрезвычайно тяжелые условия работы режущего инструмента и в первую очередь большая температура нагрева режущей кромки, возникающая в процессе работы. Как видно на рис. 1,

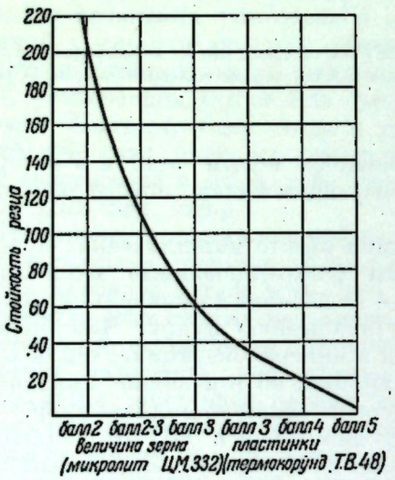


Рис. 4. Связь стойкости резца с величиной зерна пластинки

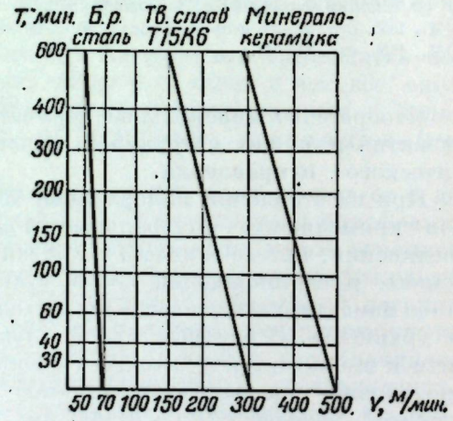


Рис. 5. Зависимость стойкости от скорости резания при одинаковых условиях работы по стали резцами из различных инструментальных материалов

керамика в этом отношении представляет собой наиболее стойкий материал, позволяющий работать с повышенными скоростями резания и сохраняющий при этом достаточную стойкость (рис. 5)[1]. Способность сохранять режущие свойства при высокой температуре уже давно была известна для

[1] Рисунок взят из сб. «Высокопроизводительная обработка металлов инструментами из новых материалов». Машгиз, 1953, стр. 164.

ряда неметаллических материалов (алмаз, корунд, карборунд), кроме того, было замечено, что эти материалы не дают слипания с обрабатываемой поверхностью (адгезии). Следовательно, чистота и качество поверхности, обработанной неметаллическим инструментом, гораздо выше, т. е. эти материалы обладают именно теми свойствами, которые очень ценны при обработке металлов и особенно при работе с повышенными скоростями резания. Все это говорит о большой исторической перспективности неметаллических материалов как металлорежущих. Однако только сравнительно недавно (в 1932 г.), на заводе им. Ломоносова Г. Ф. Ефремовым был применен неметаллический материал (корундиз) для обработки керамических полуфабрикатов резцами, оснащенными таким материалом.

Интересный опыт по обработке металлов в нагретом состоянии с помощью керамических резцов был проведен в 1939 г. в Томском политехническом институте.

В 1944 г. на кафедре стекла Московского химико-технологического института им. Менделеева проводились работы по получению специальных материалов для огнеупорных и диэлектрических изделий. В процессе этой работы было замечено, что ряд образцов обладает очень высокой для данного материала прочностью. В 1948 г. образец «микролита» был испытан в Центральном научно-исследовательском институте тяжелого машиностроения (ЦНИИТМАШ) и показал хорошую способность резать металл, но малую стойкость.

В это же время ЦНИИТМАШем проводились опыты над алмазозаменителями, изготовленными Всесоюзным научно-исследовательским институтом абразивной и шлифовальной промышленности (ВНИИАШ). Но малая прочность на изгиб ($\approx$15 кг/мм^2) не давала возможности использовать их в качестве металлорежущего инструмента.

В июне 1950 г. МХТИ дал для резцов первый вариант материала марки ЦМ-297, а в конце этого же года — марки ЦМ-332, превзошедшей по своим режущим свойствам все применяемые до сих пор минералокерамические материалы.

Испытания резцов, оснащенных керамическими пластинками марки ЦМ-332, проведенные в лабораторных условиях (ЦНИИТМАШ) и на производстве (Невский машиностроительный завод и др.), показали, что они с успехом могут применяться там, где требуется сочетание исключительной твердости, теплостойкости и прочности.

В том же году были опробованы и резцы ВНИИАШ, лучшими из которых оказались оснащенные керамическими пластинками марки ТВ-48.

Получив новый материал, научно-исследовательские организации и металлообрабатывающие предприятия проводят большие работы по совершенствованию и внедрению его в производство. Особенно интенсивно освоение и внедрение керамических резцов началось после совещания, созванного Институтом машиноведения в 1951 г.

На совещании были отмечены достижения в области производства и внедрения керамического инструмента, указывалось на основные недостатки его и меры борьбы с ними, подчеркивалась большая перспективность нового материала.

В целях широкого внедрения минералокерамического инструмента в промышленность в декабре 1953 г. Комиссией по технологии машиностроения АН СССР в Москве было созвано совещание, посвященное исследованию и внедрению в производство керамического режущего инструмента.

Это совещание, еще раз подчеркнув перспективность и положительные свойства нового материала, обратило внимание производственников и

научных учреждений, работающих над усовершенствованием свойств минералокерамического инструмента, на недостаточную прочность режущей пластинки и нестабильность ее свойств. Было отмечено, что некоторые пластинки достигают прочности на изгиб ($\sigma_в$), равной 45 кг/мм^2. Это говорит о возможности доведения прочности на изгиб всех выпускаемых минералокерамических пластинок до указанной величины, в чем нас убеждают также и результаты работ, полученные ВНИИИ, которые показывают, что заводы, выпускающие минералокерамические пластинки, из года в год повышают их прочность (табл. 3).

Таблица 3

Повышение прочности твердых сплавов (σ изгиба в кг/мм^2)

Завод-изготовитель	Марка сплава	Год выпуска пластинки				
		1950	1951	1952	1953	1954
ВНИИАШ	ТВ-48	12,21	16,5	27,9	34	
Московский комбинат твердых сплавов (МКТС)	ЦМ-332	—	22,7	27	36	40

Касаясь вопросов, связанных с недостатками нового материала, следует вспомнить, что для реализации возможностей, заложенных в твердых сплавах, понадобилось более 30 лет упорной исследовательской работы, а первый твердосплавный инструмент обладал не меньшими недостатками, чем минералокерамический.

При внедрении в производство твердых сплавов встретились трудности, почти аналогичные тем, с которыми мы сталкиваемся сейчас при использовании в производственных условиях минеральной керамики. Этот пример еще раз подчеркивает, что исторический анализ и учет опыта прошлого в ряде случаев может помочь нашим исследователям в работе над современными проблемами. В свое время в советской и зарубежной литературе указывалось[1], что для успешного внедрения твердых сплавов необходимо соблюдение стабильности их свойств, создание соответствующей конструкции инструмента, с учетом особенности нового материала, усовершенствование металлорежущих станков, направленное на повышение их жесткости и мощности, а также отмечалась необходимость инструктажа для обслуживающего персонала, плохо знакомого с особенностями нового материала и допускающего небрежность при работе с ним. Указанные обстоятельства очень часто заставляли производственников сомневаться в экономичности и целесообразности применения твердого сплава. Приблизительно то же самое наблюдается и сейчас на некоторых наших заводах в отношении минералокерамики.

За границей первые сообщения о стеклоцементной керамике появились только спустя 5—6 лет после опубликования теории этой керамики профессором И. И. Китайгородским в 1943 г. Статьи, опубликованные Бармтом и Швальцвальдером в 1949 г. и несколько позднее Кауфманом, посвященные

[1] См. А. Н. Гладилин. Инструмент из твердых сплавов. ОНТИ НКТП, 1936, стр. 5—6, 16, 162; А. Е. Белкин. Твердый сплав «Победит» как режущий инструмент. М., 1938, стр. 8, 22; «Machinery», 1931, No. 975, S. 37; «American Machinist», 1931, No. 20, S. 555.

применению стеклоцементной керамики, дают описание изготовления изоляторов методом стеклоцементной керамики и изготовления огнеупоров этим же методом. Просмотренная литература свидетельствует, что за границей минералокерамический режущий инструмент, очевидно, не нашел себе такого широкого применения, как в СССР[1], где он употребляется главным образом для производства жаропрочных материалов, а также деталей машин, подверженных износу и коррозии[2]. В СССР минералокерамика быстро завоевывает себе прочное место в качестве материала для металлорежущего инструмента.

[1] В «Zeitschrift d. V. d. I». B. 16, 1937, Heft 7/8— упоминается, что на Лейпцигской выставке этого года в первый раз демонстрировался цельный керамический инструмент, полученный прессованием в форме и дальнейшим обжигом его. Этот инструмент применялся для обработки прессованных материалов (но не металла) и был предложен инженером Озенбергом (Osenberg) из Дрездена. В английском журнале «Automobile. Engineer» 1951, vol. 41, № 538, p. 105—106 говорится о применении керамических резцов для обработки пластиков, графита и асбеста, но не металла. Отечественная и зарубежная литература последующих лет также не содержит материалов, указывающих на применение за рубежом минеральной керамики в качестве металлорежущего инструмента. В работе А. А. Замятина «Минералокерамические сплавы и их применение», вышедшей в 1955 г., подчеркивается, что минералокерамические материалы промышленного применения в качестве металлорежущего инструмента за границей не получили и т. д.

[2] «Machine Desing», 1949/XII, vol. 21, No. 12, p. 111—112.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Д. Д. КАЛАФАТИ

ИДЕЙНОЕ ВЛИЯНИЕ РАБОТ М. В. ЛОМОНОСОВА НА ТВОРЧЕСТВО И. И. ПОЛЗУНОВА

При изучении творчества первого русского теплотехника, изобретателя универсальной паровой машины Ивана Ивановича Ползунова (1729—1766) чрезвычайно существенным является вопрос о влиянии на его работы трудов основоположника русской науки М. В. Ломоносова (1711—1765).

Между тем документов или других материалов относительно влияния М. В. Ломоносова на творчество И. И. Ползунова до сих пор опубликовано недостаточно.

В наиболее фундаментальном исследовании о жизни и творчестве Ползунова В. В. Данилевский[1] указывает на возможность встречи этих двух выдающихся людей во время кратковременного пребывания Ползунова в Петербурге с марта по июнь 1758 г. Однако никаких документов, подтверждающих это предположение, не имеется.

В приведенных В. В. Данилевским источниках говорится о том, что в Барнауле в то время была небольшая библиотека из нескольких десятков книг, в том числе книг Шлаттера, Белидора и Леупольда[2], из которых Ползунов мог почерпнуть сведения о существовавших в то время одноцилиндровых пароатмосферных машинах для подъема воды. Но в этих источниках нет никаких данных о том, что в Барнауле имелись книги М. В. Ломоносова.

Тем не менее, исходя только из текста теоретических разделов «Описания огнедействующей машины», представленного Ползуновым в апреле 1763 г., Данилевский отмечает: «Но в то же время нет никаких сомнений, что Ползунов хорошо был знаком с некоторыми трудами М. В. Ломоносова, в частности, с замечательными прибавлениями Ломоносова к опубликованному им переводу «Волфианской экспериментальной физики»[3].

Отмечая, что «Волфианская экспериментальная физика» в переводе Ломоносова на русский язык издавалась первым «тиснением» в 1746 г., а вторым «тиснением» в 1760 г., Данилевский замечает: «Каким из изданий пользовался Ползунов, мы не знаем»[4].

Далее Данилевский показывает, что некоторые параграфы этой физики использованы Ползуновым в текстах разделов «О воде», «О парах» и «О теплоте», а также, что «Ползунов признавал законными доводы, опровергающие противоположную, официальную в то время теорию теплорода. Тем самым

[1] В. В. Данилевский. И. И. Ползунов. Труды и жизнь. Изд-во АН СССР, 1940, стр. 118.
[2] Там же, стр. 163.
[3] Там же, стр. 194.
[4] Там же.

Ползунов показал, что он разделяет именно ту теорию, за которую боролся «знатнейший химик» его времени Ломоносов»[1]. «Ползунов, как показывает рассматриваемый текст раздела «О теплоте», изучил положения, данные М. В. Ломоносовым «для опровержения теплотворной нарочитой материи» в прибавлении III к части 4 «Волфианской экспериментальной физики», представляющее в 11 пунктах краткое изложение диссертации Ломоносова 1744 г., опубликованной на латинском языке в первом томе «Новых комментариев имп. СПб. Академии»[2].

Эти положения можно найти и в других книгах о Ползунове. Говоря о теоретических разделах «Описания огнедействующей машины» Ползунова, И. Я. Конфедератов кратко отмечает: «Эти разделы в основном повторяют соответствующие места из «Волфианской экспериментальной физики», переведенной на русский язык М. В. Ломоносовым в 1746 г.»[3].

Приведенные данные из наиболее серьезных работ о Ползунове показывают, что известен лишь факт знакомства Ползунова с «Волфианской экспериментальной физикой» в переводе Ломоносова, а вопросы о знании им других работ Ломоносова и о влиянии Ломоносова на Ползунова изучены недостаточно и требуют тщательного исследования.

В связи с этим следует отметить совещание, организованное Комиссией по истории техники ОТН АН СССР 9 декабря 1952 г., о значении И. И. Ползунова в развитии теплотехники. На совещании выступил Н. Я. Савельев, подчеркнувший влияние Ломоносова на Ползунова и указавший, что некоторые фразы в «Описании» Ползунова выписаны из трудов Ломоносова.

Интересным является также исследование Я. Г. Дорфмана, который на основании терминологии, употреблявшейся Ломоносовым для молекул,— «нечувствительные частицы», или по-латыни «partes insensibiles»—высказывает предположение о влиянии Ломоносова на Лавуазье и Лапласа, также выбравших из многочисленных терминов Бойля в XVII в. для молекул только этот термин[4].

Свое «Описание огнедействующей машины» Ползунов начинает теоретическими разделами «О воздухе», «О воде», «О парах» и «О теплоте», излагающими физическое обоснование его огнедействующей машины.

Рассматривая теоретические разделы «Описания» Ползунова, невольно вспоминаешь данные, приведенные Данилевским, о том, что, изучая горное дело, Ползунов из «Книги о минералогии» «выписал экстракт»[5], т. е. составил конспект.

По сути именно такой «экстракт» из соответствующих разделов «Волфианской экспериментальной физики», переведенной Ломоносовым, и представляют собой некоторые теоретические разделы «Описания» Ползунова. Даже форма заглавия всех разделов заимствована им у Ломоносова, а содержание раздела «О парах» в основном соответствует § 99, 126, 96 и 114 упомянутой физики.

Правда, некоторые вопросы этого раздела Ползуновым уточнены, по-видимому, на основе собственных наблюдений, что отмечается в приведенной литературе[6] и свидетельствует о том, как серьезно и творчески он изучал физику.

Необходимо отметить, что рассматриваемая книга Ломоносова была первой на русском языке физикой и оставалась единственным учебником физики в России в течение свыше 30 лет.

[1] В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 198.
[2] Там же.
[3] И. Я. Конфедератов. Иван Иванович Ползунов. ГЭИ, 1951, стр. 123
[4] Я. Г. Дорфман. Лавуазье. Изд-во АН СССР, 1948, стр. 253.
[5] В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 163.
[6] Там же, стр. 196.

Такой же «экстракт» представляет и первая часть раздела «Описания» Ползунова «О теплоте», соответствующая §113, 111, 118, 117, 115 и 114 раздела о теплоте «Волфианской экспериментальной физики» в переводе Ломоносова.

В этом разделе кратко изложена господствовавшая в западноевропейской науке того времени теория теплорода, сторонником которой был и Х. Вольф.

Однако особый интерес в «Описании» Ползунова представляет вторая половина раздела «О теплоте», в которой дается изложение взглядов Ломоносова, на что нет ясных указаний в нашей литературе из-за отсутствия прямой ссылки Ползунова на Ломоносова.

Свой раздел «О теплоте» Ползунов начинает словами: «Физики поныне еще не согласны (либо по крайней мере до нас не дошло)...», а после изложения теории теплорода продолжает: «Напротив же того, другие многими, из самого искусства законными доводы опровергают, и место, имеющее в натуре, быть ей не определяют. Они начало теплоты полагают от трения и от коловратного движения нечувствительных частиц, самые тела составляющих»[1].

Как известно, в середине XVIII в. никто, кроме Ломоносова, не выдвигал механической теории теплоты, и Ползунов мог заимствовать ее только у Ломоносова.

Однако анализ текста прибавления III к части 4 «Волфианской экспериментальной физики», считавшейся основным источником, из которого Ползунов познакомился с ломоносовской теорией теплоты, ни разу не содержит термина «коловратное движение нечувствительных частиц». Как указано выше, этот термин складывался в течение почти столетия и, конечно, не мог применяться Ползуновым самостоятельно.

Следовательно, «Прибавления» Ломоносова к «Волфианской экспериментальной физике» не могли служить единственным источником, откуда Ползунов почерпнул ломоносовскую теорию теплоты.

Не могло служить им и латинское издание «Размышлений о причине теплоты и холода» Ломоносова, русский перевод которого вышел только в 1828 г., а при самостоятельном переводе Ползунов не мог бы, естественно, прийти к такому же точно термину: «нечувствительные частиц».

Поэтому, учитывая замечание Савельева, были проведены поиски работ Ломоносова по теплоте, в которых употреблялся этот термин и которые мог знать Ползунов.

Поиски привели к речи Ломоносова «Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее», произнесенной им 1 июля 1756 г. в Публичном собрании Академии наук и опубликованной в 1757 г.

В этой работе Ломоносов впервые указывает на общность явлений света и теплового излучения, а в доказательство своей теории теплоты считает нужным ее «утвердить новыми доводами из самого искусства»[2], доказывая, что «теплота состоит в коловратном движении нечувствительных частиц, тела составляющих»[3].

Как видно, цитируемый текст «Слова о происхождении света» Ломоносова, бесспорно, мог быть исходным для приведенного выше текста «Описания» Ползунова; бросаются в глаза и слова Ломоносова — «доводами из самого искусства», заимствованные Ползуновым.

Сопоставление текстов «Слова о происхождении света» Ломоносова и раздела «О теплоте» из «Описания» Ползунова дано в табл. 1.

[1] В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 380.
[2] М. В. Ломоносов. Полное собр. соч., т. 3, Изд-во АН СССР, стр. 324.
[3] Там же. стр. 326.

Таблица 1

Текст Ползунова «О теплоте»	Тексты Ломоносова
Напротив же того другие многими, из самого искусства законными доводы опровергают и место, имеющее в натуре, быть ей не определяют.	На что хотя бывших возражений несправедливость ясно показана, однако не должно преминуть, чтобы вкратце оное еще не утвердить новыми доводами из самого искусства**
Они начало теплоты полагают от трения и от коловратного движения нечувствительных частиц, самые тела составляющих, которые, по разделению и по согласию знатнейших химиков, состоят из первоначальных материй, действующих и страждущих, или главных и служебных, поруча оные к присутствию трех родов эфирной материи, действующей теми от течения солнца и так далее.	...теплота состоит в коловратном движении нечувствительных частиц, тела составляющих (там же, стр. 326) ...тела по разделению и по согласию знатнейших химиков состоят из первоначальных материй, действующих и страждущих, или главных и служебных (там же, стр. 332) Ибо все три рода эфирной материи... (там же, стр. 338)
Сверх же сево первые утверждают из одного тела в другое материю проходною, когда из теплого, сохраняя равновесие, выходит в холодное и согревает оное, а сама простывая до равного теплоты градуса.	..по мнению тех, которые причину теплоты... ...полагают в материи огненной, из одного тела в другое происходящей... ...содержит равновесие, когда из теплого тела выходит в холодное, согревая оное и сама простывая до равного теплоты градуса... (там же, стр. 325).
Другие же, напротив, доказывают, что все спуски (осадки — *Д. К.*), раствор и кипения, не содержа теплоты равновесия, согреваются и без прохлаждения вещей, близь их лежащих...	Так происходят химические растворы, спуски, кипения (там же, стр. 330). ...когда известь согревается без прохлаждения вещей, близ ее лежащих... (там же, стр. 325)
Но пусть остаются для тех, чья есть в том должность, а для нас и того довольно...*	...приемлет уже свое начало не токмо в тех, которых должность есть в науках упражняться ***

* В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 380—381.
** М. В. Ломоносов. Полное собр. соч., т. 3, стр. 324.
*** М. В. Ломоносов. Полное собр. соч., т. 1, стр. 421.

Как видно из сопоставления приведенных текстов, во второй половине раздела «О теплоте» Ползунов в значительной мере использовал «Слово о происхождении света» Ломоносова.

Заимствуя текст Ломоносова, Ползунов признает его доводы «законными», а при объяснении причины теплоты добавляет происхождение теплоты «от трения», чего не было в рассматриваемой работе Ломоносова.

За исключением этого, сопоставление текстов показывает, что физическое содержание раздела «О теплоте» Ползунова полностью исчерпывается материалами «Слова о происхождении света» и совершенно не содержит материалов «Прибавлений» Ломоносова к физике, на которые ссылались в литературе как на основной источник для Ползунова.

Этот факт легко понять, если учесть, что «Прибавления» к физике Ломоносов опубликовал только ко второму изданию «Волфианской экспериментальной физики» 1760 г., а первое издание 1746 г. не имело прибавлений.

Вместе с тем Ползунов, согласно табл. 1, использует также выражения, близкие к тексту «Посвящения» Воронцову, написанного Ломоносовым для

первого издания «Волфианской экспериментальной физики» 1746 г. и замененного для второго издания этой книги 1760 г. другим текстом.

Таким образом ясно, что Ползунов пользовался «Волфианской экспериментальной физикой», изданной в 1746 г., и не знал «Прибавлений» ко второму изданию.

Важно отметить, что очевидно не зная основной работы Ломоносова по теплоте, опубликованной на латинском языке в трудно доступном для Ползунова издании — «Новых комментариях Академии наук», он на основании только кратких «новых доводов» сумел глубоко понять и так высоко оценить новую теорию теплоты Ломоносова, что сразу противопоставил ее общепринятой тогда теории теплорода, признавая его доводы «законными».

«Слово о происхождении света» Ломоносова при его жизни на русском языке издавалось дважды, первый раз—отдельным изданием—Петербургской Академией наук в 1757 г.; а затем «без существенных изменений» было напечатано в I томе «Собрания разных сочинений в стихах и в прозе» М. В. Ломоносова в издании Московского университета (1757). Фактически же эта книга вышла в конце 1758 г. Как видно по времени изданий, первое из них Ползунов мог приобрести во время поездки весной 1758 г. в Петербург.

Установить, каким изданием пользовался Ползунов, существенно важно, так как I том «Собрания разных сочинений» содержит, кроме литературных, следующие научные труды Ломоносова:

1. Слово о пользе химии. 1751.
2. Слово о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих. 1753.
3. Изъяснения, подлежащие к слову о электрических воздушных явлениях.
4. Слово о происхождении света, новую теорию о цветах представляющее. 1756.
5. Слово о рождении металлов от трясения земли. 1757.

Однако материалов для решения вопроса о том, каким изданием пользовался Ползунов, найти не удалось. И только более тщательное изучение текстов Ползунова показывает, что некоторые из перечисленных работ Ломоносова привлечены им не только для обоснования физических разделов проекта в «Описании огнедействующей машины». Влияние Ломоносова на Ползунова сказывается гораздо глубже и касается не только «Описания», но и основных положений «Докладной записки» Ползунова, выдвигающей впервые идею об универсальной паровой машине, к которой и был приложен проект огнедействующей машины.

Сопоставление текстов «Докладной записки» Ползунова с текстами работ Ломоносова, приведено в табл. 2 (см. 236 стр.).

«Слово о явлениях воздушных» за рассматриваемый период также издавалось дважды: первый раз—отдельным академическим изданием 1753 г., в которое включены и выступления по докладу академика Гришова и др. и «Изъяснения к слову», написанные Ломоносовым дополнительно перед изданием, второй раз — в «Собрании сочинений» без материалов выступлений.

Как показало специальное сопоставление, в тексте Ползунова использованы выражения из выступления академика Гришова по речи Ломоносова, например: «Физики между собой не согласны...» и др.

Таким образом установлено, что Ползунов имел не «Собрание сочинений», а два отдельных академических издания Ломоносова, которые он мог приобрести во время пребывания в Петербурге весной 1758 г.

Материалы, использованные в «Докладной записке», показывают, какое глубокое влияние оказывал Ломоносов на творчество Ползунова. Даже начинает свою «Записку» Ползунов словами Ломоносова.

Таблица 2

Текст «Докладной записки» Ползунова	Тексты Ломоносова
...потому как сила воздушного знания поныне не далеко найдена и притом еще будучи великой тьмой закрыта.	...но знание воздушного круга еще великою тьмою покрыто***.
Но бог все за труды нам платит, и все от него трудами приобрести возможно, чему ясный пример от наук в российском просвещении видим, которые также долгое время от нее могли быть сокровенны.	Но бог все за труды нам платит, все трудами от него приобрести возможно, чему ясный пример видим в предсказании течения светил небесных, которое чрез толь многие веки было сокровенно
И хотя правда, что новых и полезных дел начинателем не всегда вдруг делается удача, однако таковых усилий свет не почитает продерзкими, но мужественными и великодушными.	...уверенным нам быть должно, что оных людей, которые бедственными трудами или паче исполинскою смелостию тайны естественные испытать тщатся, не надлежит почитать продерзкими, но мужественными и великодушными...
Что видя, паче все свое рачение на то полагают, коим бы образом с пристойной осторожностью преодолеть было можно...	...но паче уповаю, что все свое рачение на то положат, с пристойной осторожностию, дабы открылось, коим образом здравие человеческое от оных смертоносных ударов могло быть покрыто (там же, стр. 23).
И тем самым, облегчая труд по нас грядущим, славу и благодарность... дойтить...	Много препятствий неутомимые испытатели преодолели и следующих по себе труды облегчили...
Почему и нам не надлежит совсем отчаянным быть, и такое предприятие, светом вожделенное, без подвига оставить против общества есть *.	Что ж нам оставить ли надежду? Отступить ли от труда? Отдаться ли в отчаяние о успехах? Никак! Разве явиться желаем нерадивыми и подвига толиких в испытании натуры героев недостойными? (там же, стр. 317-318).
Ваше превосходительство, довольно свидетельствуете... Так что до последнего желают под прибежищем великодушия вашего себя подвергнуть **.	Ваше сиятельство довольно о том свидетельствуете ...получают у вашего сиятельства надежное прибежище и великодушное покровительство****.

* В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 378.
** Там же, стр. 377.
*** М. В. Ломоносов. Полное собр. соч., т. 3, стр. 25.
**** М. В. Ломоносов. Полное собр. соч., т. 1, стр. 422.

Хотя Ползунов находился за тысячи верст от Ломоносова и не мог общаться с ним непосредственно, но, составляя свою «Записку», он имел перед собой на столе три книги Ломоносова, которые широко использовал, подкрепляя свои мысли его доводами.

Уверенность, высказанная Ломоносовым в начале «Слова о явлениях воздушных, от электрической силы происходящих», что героическая гибель Рихмана не остановит изучения природы, и его призыв к дальнейшему развитию науки, видимо, произвели глубокое впечатление на Ползунова, так как

именно отсюда больше всего заимствует он выражений Ломоносова. И призыв Ломоносова находит благодарную почву; Ползунов готов «принять смелость» и идти на подвиги «для познания о употреблении вещей поныне не весьма знакомых (по примеру наук прочих)».

В «Слове о явлениях воздушных» Ломоносов, останавливаясь на своих размышлениях о причине теплоты[1], приводит весьма интересное объяснение связи тепловых и электрических явлений: «...ибо теплота и электрическая сила происходят от трения». Эта фраза и дала возможность Ползунову в рассмотренном выше разделе «О теплоте», излагая взгляды Ломоносова, указать на происхождение теплоты «от трения», что показывает, как тщательно он подбирал и сопоставлял каждую фразу Ломоносова о теплоте.

Хотя Ползунов не мог еще использовать механическую теорию теплоты Ломоносова для технических расчетов, однако органическая связь теплоты с движением (являющаяся основой теории Ломоносова) облегчала понимание принципа работы огненной машины.

«Слово о происхождении света» Ломоносова, смелая критика в нем иностранных авторитетов, возникновение именно в России новой теории теплоты, бесспорно послужили опорой для Ползунова в его цели: «огонь слугою к машинам склонить»[2].

Ползунов сам подчеркивает влияние Ломоносова на его работы, продолжая фразу Ломоносова, «что все... трудами приобрести возможно...» словами «чему ясный пример от наук в российском просвещении видим»[3].

Этими словами Ползунов объявляет себя подлинным последователем Ломоносова.

Объем статьи не позволяет рассмотреть подробно каждую фразу Ползунова, однако связь идей Ломоносова и Ползунова настолько глубока, что некоторые выражения Ползунова являются как бы продолжением мыслей Ломоносова или ответом на поставленные им вопросы.

При этом в «Записке» ярко проявляются и высокие личные качества Ползунова — смелость в постановке вопросов, широта технического кругозора, подлинный патриотизм, скромность и глубокая образованность.

Приведенные выше материалы убеждают, что Ползунов не только знал, но и глубоко изучал труды Ломоносова. Причем к моменту разработки и подачи Ползуновым своего проекта огнедействующей машины в апреле 1763 г. ему были известны основные научные работы Ломоносова, опубликованные на русском языке до 1758 г.

[1] М. В. Ломоносов. Полное собр. соч.. т. 3., стр. 69
[2] В. В. Данилевский. Указ. соч., стр. 378.
[3] Там же.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

Л. П. УВАРОВА

ПЕРВЫЕ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ НА РАССТОЯНИЕ

На современном этапе развития техники передача энергии на расстояние отнесена к области электротехники. Однако необходимость в передаче энергии на расстояние возникла задолго до становления электрической передачи, и последней исторически предшествовали различные механические способы передачи энергии.

В настоящей статье рассматриваются самые ранние способы передачи энергии на расстояние.

Проблема передачи энергии на расстояние возникла в период, когда в качестве механического двигателя стало применяться водяное колесо. Водяное колесо приковало крупные предприятия к берегам рек, к источнику энергии. В то же время необходимость в механическом двигателе возрастала с каждым годом в разных отраслях промышленности. Вопрос об использовании механического двигателя особенно остро стоял в горно-рудном деле.

Здесь уместно напомнить следующие слова К. Маркса: «... человечество ставит себе всегда только такие задачи, которые оно может разрешить, так как при ближайшем рассмотрении всегда оказывается, что сама задача возникает лишь тогда, когда материальные условия ее решения уже существуют или, по крайней мере, находятся в процессе становления»[1]. Действительно, к периоду становления механической передачи энергии на расстояние техническая практика располагала всеми необходимыми средствами для решения возникшей проблемы. Достаточно сказать, что к этому времени нашли широкое применение многие из известных в настоящее время механических передач.

Первыми устройствами, осуществляющими передачу энергии на расстояние, были штанговые передачи. Постройка одной из первых штанговых передач относится к 1550 г. В XVII — первой половине XIX в. штанговая передача имела довольно широкое распространение. В дальнейшем ее значение снизилось, хотя она применялась и во второй половине XIX в. Так, в 1865 г. для передачи энергии от паровой машины на нефтяных промыслах в Северной Америке (штат Виргиния) применялась штанговая передача.

Всего на промысле по разным направлениям и на разных расстояниях было построено 27 таких передач, причем наибольшая длина штанговой передачи достигала 6,5 км.

Протяженность штанговых передач в XVIII в. колебалась от 10 до 1600 м. Встречались передачи длиною до 2 км и более. Передача в 2,5 км действовала в конце XVII—начале XVIII в. на медных рудниках в Фолуне (Швеция).

[1] К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XII, ч. 1, стр. 7.

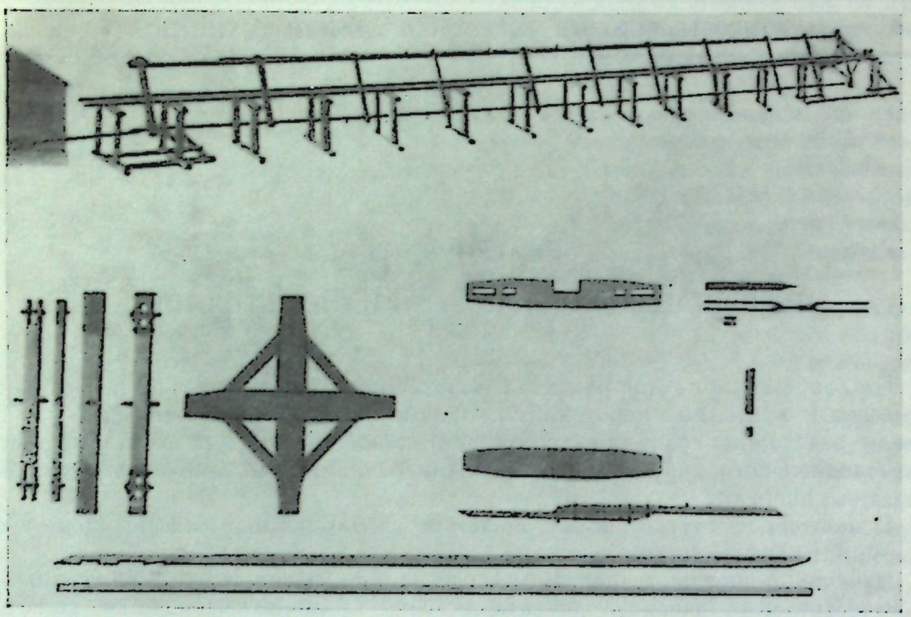


Рис. 1

Штанговая передача XVIII в. была двух видов — одинарная и двойная.

Одинарная передача, или «гешлеппе», применялась редко, так как быстро изнашивалась. Она передавала энергию обычно только одному насосу. Устройство одинарной штанговой передачи было простое: деревянный стержень соответствующей длины укладывался на деревянные колесики или на стойки, укрепленные в валках, или на качающиеся рычаги; одинарная штанга, приводившаяся в действие водяным колесом, совершала возвратно-поступательное движение, причем рабочим движением было только то, при котором штанга работала на разрыв (тянущая штанга).

Широко применялась в XVIII в. двойная штанговая передача. Эта передача, иногда называвшаяся шатуном, устраивалась следующим образом (рис. 1).

«Движущееся бревно» одним концом надевалось на кривошип вала водяного колеса, а другим — соединялось с первым коромыслом. За первым коромыслом, через каждые, примерно, 9 м устанавливали друг за другом последующие коромысла, число которых зависело от расстояния передачи энергии.

Устройство коромысла показано на рис. 1. В середине каждого коромысла, имевшего высоту более 3, 5 м, выдалбливалось четырехугольное отверстие, сквозь которое проходила железная ось, опиравшаяся своими цапфами непосредственно на «подклады» или на укрепленные в подкладах подшипники, из «крепкого дерева сделанные». Подклады, проходившие по всей длине передачи, лежали на «подставах», причем обязательным условием расположения подкладов являлось сохранение прямой линии. Последнее достигалось установлением подставов разной высоты, в зависимости от рельефа местности. Для того чтобы не было проседания, подставы устанавливались на своеобразные фундаменты — камни. Для сохранения точного расположения подкладов подставы должны были устанавливаться довольно

часто, почти через каждые 5 м. М. В. Ломоносов считал возможным увеличить расстояние между подставами до 3 саж. (6,4 м)[1].

На концах каждого коромысла пробивались отверстия, сквозь которые проходили железные болты, соединявшие коромысла с «шестами». Шесты имели примерно следующие размеры: длина — от 6 до 11 м, высота 125—130 мм, ширина — примерно 100 мм. Места соединения шестов — «замки» имели длину до 1,8 м. Соединение шестов между собою обеспечивалось четырьмя железными кольцами, охватывавшими наложенные друг на друга части. Если такое соединение было недостаточным (например, для ближайших к водяному колесу замков и для очень длинных шестов), то между кольцами устанавливались дополнительно два крепежных болта. В собранных шатунах замки располагались между коромыслами. Для предохранения от разрушающего влияния влаги замки иногда защищались «легкою кровелькою, состоящею из двух небольших досочек»[2]. Жестким требованием к изготовлению шестов и замков было обеспечение одинаковой длины всех шестов и изготовление замков «по одной модели и лекалу», что объяснялось необходимостью быстрой замены выходившего из строя шеста. С целью продления срока службы шестов к последним часто прибивались «башмаки», состоявшие из обрезов досок высотою в 150 мм и длиною 350 мм, через которые и проходили болты. При износе соединения башмак менялся, и шест устанавливался на место с новым башмаком. Башмаки утяжеляли конструкцию, но их установка окупалась предохранением шеста от преждевременного износа.

Штанговая передача обычно передавала энергию от водяного колеса к насосам, поднимавшим воду при горных разработках. Поэтому в конце шатуна, обычно над шахтой, для обеспечения изменения направления движения на 90° на железной оси навешивался «крест», к двум противоположным концам которого прикреплялись шесты, а к двум другим концам — штанги насосов.

Если по каким-либо причинам нельзя было сохранить прямую линию подкладов, то в месте перелома прямой на концы шестов надевались «железные вилы». Соединение вил друг с другом обеспечивалось болтом, устанавливавшимся с большим зазором. Штанговая передача обычно сооружалась в обход встречавшихся возвышенностей. Однако известны передачи энергии посредством шатунов на гору и под гору.

Материалом для изготовления подставов, подкладов, коромысел и шестов служило мягкое дерево, «главные коромысла» (первые два от водяного колеса) и кресты изготовлялись из дуба. Поверхности соприкосновения с болтами деревянных коромысел, шестов и креста оковывались железом для уменьшения износов соединений. С той же целью рекомендовалось «прилежно мазью смазывать, а именно главные коромыслы, коленчатый вал и кресты»[3].

В XVIII в. встречались установки, в которых для передачи энергии от одного водяного колеса применялись две штанговые передачи, причем для этой цели иногда использовались одни и те же подставы. Передача энергии двумя штангами была осуществлена, в частности, на одном из рудников Швеции в начале XVIII в.[4].

В период мануфактуры водяное колесо использовалось для приведения в действие самых разнообразных устройств. Это обстоятельство объясняется

---

[1] М. В. Ломоносов. Первые основания металлургии или рудных дел. СПб., 1763.

[2] См. И. А. Шлаттер. Обстоятельное наставление по рудному делу. СПб., 1760.

[3] Там же.

[4] См. O. Vogel. Christopher Polhem und seine Beziehungen zum Harzer Bergbau. «Beiträge zur Geschichte der Technik und Industrie». Berlin 1913, B. 5.

тем, что водяное колесо является универсальным по техническому применению двигателем. Универсальный по техническому применению двигатель характеризуется непрерывным действием. Такой двигатель легко приспособить к конкретным условиям, в результате чего он может удовлетворять различным запросам.

Приспособление гидравлического колеса к конкретным условиям потребления энергии осуществлялось через систему передачи энергии. Исходной формой энергии во всех случаях являлось непрерывное вращательное движение. В результате включения в систему передачи энергии различных деталей и передач вращательное движение колеса преобразовалось в самые разнообразные формы движения ведущего вала рабочей машины. Рабочие машины периода мануфактуры в подавляющем большинстве имели возвратно-поступательное движение исполнительных органов. Это определило формы

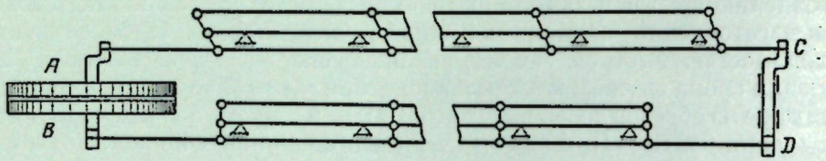


Рис. 2

деталей и передач в системе передачи энергии от гидравлического колеса. Кривошипно-шатунный и кулачковый механизмы — вот основные формы передаточных механизмов мануфактурного периода, механизмов, призванных преобразовывать вращательное движение двигателя в возвратно-поступательное движение орудий. В той же форме возвратно-поступательного движения передавала энергию штанговая передача. Однако иногда возникала необходимость передать энергию на расстояние и в то же время обеспечить вращательное движение приводного вала в конечном пункте. Задача обеспечения вращательного движения приводного вала, находящегося на значительном расстоянии от гидравлического колеса, была одной из серьезных задач техники мануфактурного периода. Нужно иметь в виду, что в XVII — XVIII вв. еще не была известна канатная передача энергии на расстояние. Ее возникновение относится лишь к середине XIX столетия, когда была изобретена проволочно-канатная передача. Применение двух соответствующим образом установленных штанговых передач давало одно из решений получения вращательного движения далеко отстоящего приводного вала (рис. 2). Для этой цели вал гидравлического колеса снабжался по обоим концам кривошипами, смещенными относительно друг друга на 90°. На кривошипы надевались две горизонтальные штанги. На другом конце, на месте потребления передаваемой энергии, штанги соединялись с кривошипами приводного вала *CD*, длина которого была равна длине вала гидравлического колеса. Кривошипы вала *CD* также были смещены относительно друг друга на 90°. Таким образом, применение двух штанговых передач позволило получить относительно равномерное вращательное движение приводного вала.

Интересно отметить, что штанговые передачи были применены в известной установке в Марли, осуществлявшей снабжение водою прудов и фонтанов Версальского парка. Для передачи энергии от гидравлических колес к водяным насосам в Марли были установлены две большие группы передач. В одной группе каждая штанговая передача имела протяженность 200 м, в другой — 165 м.

Передача энергии на расстояние штангами представляла определенное достижение техники XVII — XVIII вв. Применение штанговых передач позволило проводить разработку горнорудных пластов и солевых залежей, отдаленных от источника водной энергии. Передача штангами способствовала возникновению новых предприятий, вовлечению недр новых районов в сферу производственной деятельности людей.

Однако штанговая передача имела ряд существенных недостатков. К ним следует отнести прежде всего ограниченность протяженности передачи. Кроме того, передающие системы были очень громоздкими. Например, штанговая передача в 1600 м должна была включать: 320—340 шестов, 160—165 коромысел, 340—350 подставов, 170—175 подкладов. При таком большом количестве деталей, пригнанных друг к другу с весьма малой степенью точности, разработка отдельных узлов и соединений наступала довольно быстро. Если учесть, что основные детали и соединения находились под действием знакопеременной нагрузки, то становятся понятными возникновение вредных колебаний и причины поломки отдельных деталей. Все это не могло способствовать получению высоких технических показателей, в частности высокого к. п. д. установки. По данным инженера-механика строительного департамента Д. Диго, только при преобразовании вращательного движения водяного колеса в поступательное движение шатуна терялось «$^4/_9$ силы движителя»[1], т. е. к. п. д. этого устройства был около 0,55. Если возвратно-поступательное движение штанг превращалось вновь во вращательное движение вала, то из оставшейся величины терялось еще 45% мощности. Кроме потерь, связанных с преобразованием форм движения, в штанговой передаче были значительные потери от трения соприкасающихся поверхностей деталей в шатуне (для нашего примера было 320—340 пар болт-шест, 160—165 пар коромысло-болт, 160-165 пар подкладось. Таким образом, к. п. д. штанговой передачи был очень мал и падал с возрастанием расстояния передачи энергии.

В XIX столетии встречались различные модификации штанговой передачи. Так, в Англии на Девонширских рудниках и на острове Мэне близ Лакси передача энергии от верхненаливных водяных колес осуществлялась посредством составных стержней, поддерживаемых колесами, которые катятся по железным путям. В руднике «Old Wheal Friendship Mine» близ Marytavy передача энергии от водяного колеса осуществлялась круглыми железными стержнями диаметром 3,5 дюйма (89 мм), которые поддерживались чугунными шкивами.

На руднике «Devon Great Consols» близ Тавистока общая длина железных трехдюймовых (76 мм) стержней составляла 4,75 км, причем стержни поддерживались на всем протяжении подвесками, блоками и стойками. Во всех конструкциях штанговой передачи XIX в. видно стремление к уменьшению потерь в передаче, что выражается, например, в применении катков, шкивов и т. д. в качестве опор штанги.

Сложность штанговой передачи, ее низкие экономические показатели, относительно небольшое расстояние, на которое была возможна передача энергии, ограничение числа и вида приводимых в действие устройств — все это заставляло изыскивать другие способы передачи энергии.

Одним из способов подвода энергии к потребителям в XVIII — XIX вв. служили водоотводы. Подведение воды из реки к месту установки гидравлического колеса создавало возможность снабжения энергией предприятий, агрегатов и отдельных орудий, удаленных от естественного речного русла, и способствовало расширению радиуса расположения различных промыслов.

---

[1] Д. Диго. Практическое руководство к устройству усовершенствованных зубчатых приводов. СПб., 1842.

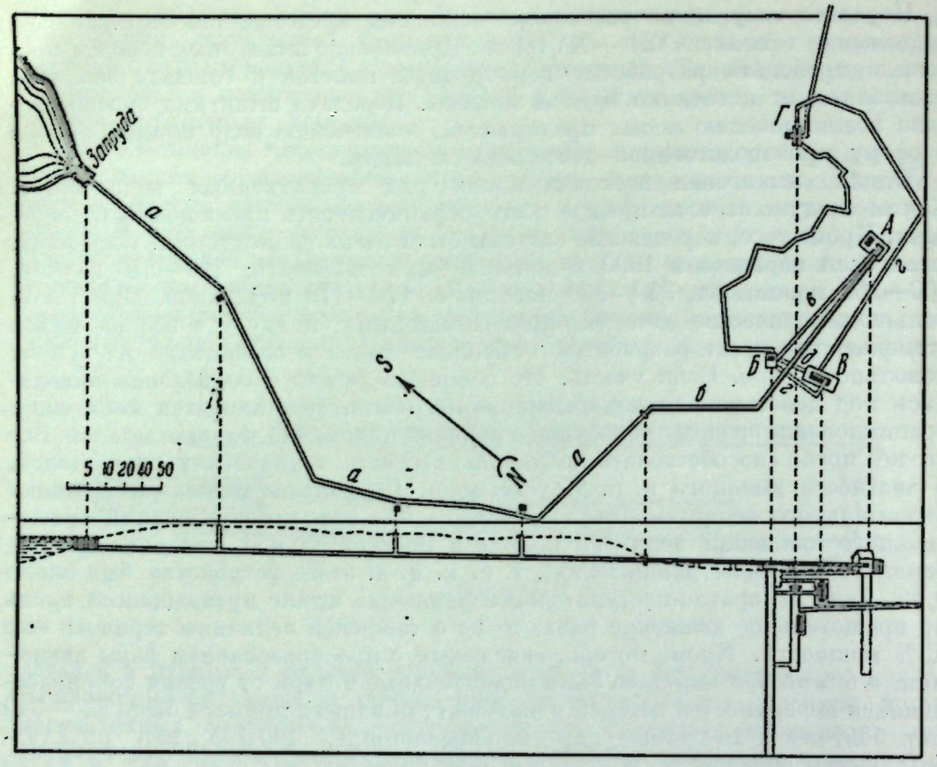


Рис. 3.

Водоотводы позволяли уменьшить протяженность механической передачи энергии от двигателя к рабочей машине.

Передача и распределение энергии водою широко применялись на уральских вододействующих фабриках XVIII столетия. Сквозь «прорезы» плотины вода подавалась в лари, которые подводили ее к «фабрикам» завода, расположенным по обеим сторонам этого ларя. От главных ларей трубы подводили воду к водяным колесам. Обычно водоподводящие трубы изготовлялись из дерева и имели прямоугольное сечение. Как на пример передачи энергии при помощи водоотводов следует указать на крупную гидротехническую установку, созданную К. Д. Фроловым на Змеиногорском руднике в 1785 г. (рис. 3).

Через выемку в плотине, сооруженной на р. Змеевке для образования водохранилища, вода низвергалась в каменный цилиндрический колодец, откуда, в основном по подземным штольням, поступала последовательно к ряду больших гидравлических колес, приводивших в действие насосы и рудоподъемники[1]. Протяженность только первой подземной штольни «а» и деревянного жолоба «б» составляли соответственно 774 и 332 м. В этом колоссальном подземном сооружении не обошлось и без штанговой передачи, которая передавала энергию от большого водяного колеса «В». Благодаря применению водоотводов протяженность штанговой передачи была снижена

[1] См. П. Ф. Архангельский. Гидросиловая установка К. Д. Фролова на Змеиногорском руднике в XVIII в. «Архив истории науки и техники», 1934, в. 4.

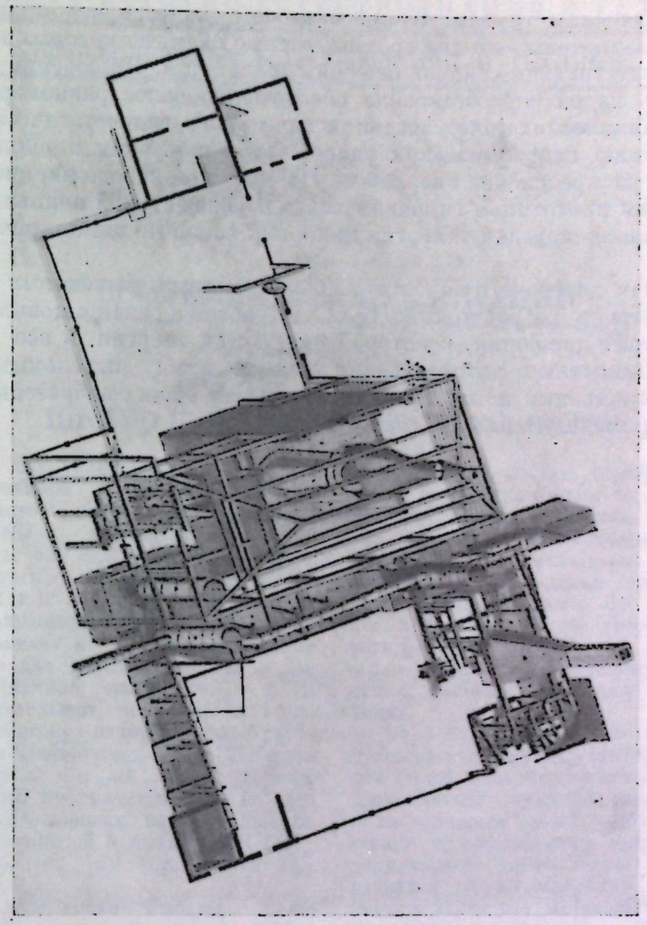


Рис. 4.

до 53 м. Сравнительно небольшая длина штанги обусловила передачу энергии с незначительными потерями, что в свою очередь позволило максимально использовать энергию этого колеса для приведения в действие 20 насосов. Таким образом, К. Д. Фролов осуществил передачу энергии на большое расстояние посредством водоотводов, значительно укоротив громоздкую штанговую передачу от двигателя к насосам в одном случае и избежав ее в других.

Оригинальная система подвода и распределения энергии водою была осуществлена на Ныочпанском заводе Вологодской губернии. На рис. 4 представлен план цехов этого завода, составленный в 1808 г.[1]. К сожалению, мы не располагаем достаточным описанием оборудования завода. Изучение воспроизведенного на рис. 4 плана позволяет предположить, что на Ныочпанском заводе были установлены воздуходувные мехи, ковочный молот, мельничный постав и точило, для приведения в действие которых были применены гидравлические колеса. Подведение энергии к двигателям было осуществлено системой трубопроводов. Вода из пруда поступала в основной резервуар—«становую кадь», из которого она распределялась

[1] ЦГИАЛ, ф. 1414, оп. 4, д. 24.

по цилиндрическим трубам. Кроме становой кади, в водопроводную систему были включены еще две промежуточные кади, из которых вода поступала к соответствующим гидравлическим двигателям. Включение в водопроводную сеть кадей способствовало обеспечению более равномерного действия гидравлических колес, созданию некоторого гидростатического давления, смягчению гидравлических ударов при отключении отдельных колес. Передача и распределение энергии на Ючпанском заводе явились до некоторой степени прототипом гидравлических передач второй половины XIX в., осуществлявших передачу энергии напорной водой по цилиндрическим трубам.

Штанговая передача и водоотводы были ранними решениями проблемы передачи энергии на расстояние. В XIX столетии в связи с новыми требованиями к форме движения, в которой передается энергия, и все возрастающей необходимостью в распределении энергии между отдельными небольшими предприятиями и мастерскими в городах были изобретены и нашли широкое применение новые типы передач.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ
1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

ПИСЬМО П. Н. ЛЕБЕДЕВА Б. Б. ГОЛИЦЫНУ

Научное содружество двух крупных русских физиков П. Н. Лебедева и Б. Б. Голицына началось с первой их встречи в 1887 г. в Страсбургском университете, где они одновременно учились, и продолжалось до конца жизни П. Н. Лебедева (1912 г.). К сожалению, их переписка не сохранилась полностью. До настоящего времени из нее было опубликовано только два письма Лебедева к Голицыну («Научное наследство», т. 1, 1948). Значительная часть писем Голицына к Лебедеву находится в Архиве АН СССР в Ленинграде; писем Лебедева к Голицыну в том же Архиве гораздо меньше. Здесь публикуется одно из трех писем, подготовленных нами к печати. Подлинник хранится в Архиве АН СССР в Ленинграде (ф. 69, оп. 3, № 225, л. 5—8 об.).

Публикуемое письмо Лебедева[1] написано в Москве и относится к началу 1899 г. (17.I.1899), когда он после окончания работ над пондеромоторным действием резонаторов проводил исключительно трудные экспериментальные исследования сил светового давления. Параллельно с этими работами Лебедев готовился к защите докторской диссертации на тему: «Экспериментальные исследования пондеромоторного действия волн на резонаторы». Публикуемое письмо явилось ответом Голицыну на его письмо (пока не обнаруженное) из Берлина, где последний находился в то время в научной командировке.

В публикуемом письме Лебедев излагает свои взгляды на анализ структуры спектров и на применение этого метода для изучения молекулярного мира и строения вещества[2]. В письме к Н. А. Умову он пишет: «Мои занятия спектральным анализом натолкнули меня на исследование ширины линий поглощения. Кажется, что мне удастся зацепить очень любопытную штуку: сродство отдельных линий и физическое происхождение их»[1]. Голицын в статье «Zur Theorie der Verbreiterung der Spektrallinien» (К теории уширения спектральных линий)[2] дал исторический обзор теорий, предложенных для объяснения явления уширения спектральных линий.

Наиболее ранняя из этих теорий принадлежит Липшицу (1870). Предложенная Голицыным теория основана на электромагнитных представлениях и объясняла уширение линий необходимым следствием взаимодействия движущихся молекулярных резонаторов. Дальнейшее развитие теория получила в работе Голицына «Über die Molekularkräfte und die Elastizität der Moleküle» (О молекулярных силах и об упругости молекул)[3]. К этой же серии работ относятся исследования им диффракционных решеток, результаты которых изложены в статье «Einige Bemerkungen über Diffraktionsgitter» (Некоторые замечания о диффракционных

[1] Архив АН СССР, ф. 69, оп. 3, № 225, лл. 5—8 об.

[2] О значении спектрального анализа, как метода физического исследования, П. Н. Лебедев подробно говорил в своей публичной лекции, прочитанной 11 февр. 1892 г. на 200-м заседании отделения физико-математических наук Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии, на тему: «О движении звезд по спектроскопическим исследованиям». Впоследствии он читал специальный курс спектрального анализа в Московском университете. Голицын прочитал публичную лекцию в Юрьевском университете на тему «О спектральном анализе» (1893 г.). Во всех этих трудах затрагивался и вопрос об уширении спектральных линий.

[1] «Научное наследство», т. 1, 1948, стр. 568.

[2] «Изв. Акад. наук», 5-я серия, т. II, 1895, № 5, стр. 397—415.

[3] «Изв. Акад. наук», 5-я серия, т. III, 1895, № 1, стр. 1—53.

решетках)[1]. П. Н. Лебедев и Б. Б. Голицын, изучая структуру спектров, обменивались как методами работы, так и теоретическими соображениями.

Однако исследование вещества по тонкой структуре линий требовало применения спектроскопов высокой разрешающей силы, которые в те годы только что стали появляться. Известный американский физик А. А. Майкельсон (1852 — 1931) применял для этой же цели изобретенный им интерферометр (1892 — 1893). Вскоре (1898) он изобрел прибор-эшелон (ступенчатую решетку). Впервые последовательную теорию этого прибора дал Голицын в статье «Zur Theorie des Stufenspektroskops» (К теории ступенчатого спектроскопа)[2]. Прибор был выписан в физический кабинет Академии наук, и в дальнейшем Б. Б. Голицын вместе с П. П. Виликом провел ряд обширных спектроскопических исследований. Результаты их опубликованы в статье «Spektroskopische Untersuchungen» (Спектроскопические исследования)[3].

В те же годы выдающемуся русскому астроному и астрофизику А. А. Белопольскому (1854—1934) впервые удалось проверить наличие эффекта Допплера в области световых лучей и изучить это явление в лабораторных условиях (ранее подтверждаемое лишь астрономическими методами). Он применил свою довольно оригинальную идею многократного отражения от движущихся зеркал света, посылаемого гейслеровой трубкой. Развивая дальше остроумную идею Белопольского, Лебедев предложил резонансный метод для исследования формы линий, отыскания общей связи между шириной отдельных спектральных линий и их физической природой. В публикуемом письме он и излагает свой метод.

В современной науке установлено существование нескольких причин, вызывающих уширение спектральных линий. Во-первых, тепловое движение атомов вызывает смещение частоты излучаемого света. Вызванное таким образом уширение спектральных линий перекрывает «естественную ширину», которая связана с затуханием атомарных осцилляторов. Второй причиной считается «лоренцово уширение», объясняющее зависимость ширины линий от плотности газа. Наконец, причина, установленная Голицыным,— это возмущающее действие других атомов. По его гипотезе, всякий атом испускает характерную для него длину волны лишь тогда, когда он достаточно удален от всякого другого атома. При нарушении этого условия появляются возмущения, вызывающие уширения спектральных линий. Эти соображения, забытые в свое время, впоследствии получили подтверждение и совсем новое освещение (явление Штарка) (1913).

Глубокий интерес и всестороннее изучение явлений резонанса[1] помогли Лебедеву найти выход из трудностей при изучении структуры спектров. Так как имевшиеся в его время приборы — призматические спектроскопы и дифракционные решетки Роуланда обладали малой разрешающей силой, а применение метода Майкельсона ограничивалось лишь случаем самосветящихся паров, физические условия которых в то время еще не были изучены, то Лебедев предложил изучать не эмиссионные спектры, а спектры поглощения паров и газов. В настоящее время известно, что линии поглощения имеют ту же самую форму, что и линии испускания. Поэтому вполне возможен переход к наблюдению линий поглощения, так как при этом методе отсутствуют электрические поля и связанные с ними уширения линий. Для этого надо пропускать свечение электрического разряда в газе через слой того же газа, находящегося при нормальных условиях.

С возрастанием поглощения света, вследствие увеличения плотности газа или пара, а также увеличения толщины их слоя, самая форма линий испускания будет меняться. При определенных условиях (полное поглощение энергии для середины линии) может возникнуть ложная структура линии, когда вместо одной наблюдаются две линии. Это и называют самообращением спектральных линий. Оно сильно выражено у резонансных линий. Однако, если, по идее Лебедева, заставить свет, падающий на поглощающий слой, отразиться от зеркального колеса Белопольского, то самообращение линий в поглощающем слое уменьшится в результате допплеровского смещения частот линий эмиссионного спектра. Подбором скорости вращения колеса с зеркалами можно заставить накладывающиеся спектры ложиться рядом и затем, после фотометрирования света, проходящего через обращающий слой по фотометрической кривой, разделить оба спектра. Лебедев предлагал, таким образом, пройти через всю ширину поглощающей линии. Этот способ не связывает опыт с необходимостью иметь спектрограф высокой разрешающей силы. Следует полагать, что описанный метод Лебедева может быть распространен и на магнитное поле (явление Зеемана). Последние работы Мрозовского, Лифшица (1955) и др. представляют некоторую аналогию методу Лебедева.

Метод Лебедева особенно приложим к случаю соударения одинаковых атомов для исследования ширины спектральных линий однородного газа. Строгая теория для этого случая, хорошо совпадающая с опытом, была дана лишь во второй половине тридцатых годов нашего столетия советскими физиками А. А. Власовым и В. С. Фурсовым (обстоятельный разбор дан ими как с точки зрения классической, так и квантовой теории) (ЖЭТФ, т. 6, 1936; т. 9, 1939).

Таким образом, предложение Лебедева сохраняет научный интерес и до настоящего времени.

Более подробные сведения по затронутым здесь вопросам можно найти в книге Ф. А. Королева, в трудах В. А. Фабриканта, И. А. Яковлева. Упоминутые авторы ознакомились с рукописью настоящей публикации, за что выражаю им глубокую признательность.

П. И. Зюков

[1] «Изв. Акад. наук», 5-я серия, т. XVIII, 1903, № 2, стр. 33—52. (Эта работа в нашем переводе войдет в подготовленный к печати I том «Избранных трудов» Б. Б. Голицына).

[2] «Изв. Акад. наук», 5-я серия, т. XXIII, 1905, № 1—2, стр. 67—118.

[3] «Зап. Акад. наук», 8-я сер., физ.-мат. отд., т. XVII, 1906, № 6, стр. 1—112; т. XIX, № 9, стр. 1—38; т. XXII, 1907, № 1, стр. 1—10.

[1] Вопреки мнению некоторых исследований, Лебедев уделял большое внимание явлению резонанса. Так, для первой лекции в Московском университете он выбрал тему: «О явлении электрического резонанса». Идеи Лебедева были так глубоко восприняты его учениками, что проф. В. Д. Зернов (1876—1946 гг.), известный ученик П. Н. Лебедева, предложил автору этой статьи выполнить экспериментальную работу (предложенную в свое время Лебедевым) под названием: «Резонанс газовой струи». Война помешала довести ее до конца.

Москва
17.I 99 г. *

Ваше берлинское письмо доставило мне большое удовольствие: Вы работаете с сознанием нужности Вашей работы (хотя я со свойственной мне односторонностью гораздо охотнее воображал бы Вас с укороченным термометром[1], уже разделенным на градусы, чем на сомнительной привлекательности острове, на градусы еще не разделенном[2]). Больше всего я порадовался за то, что Вы собираетесь погрузиться в ширину линий дорогой моему сердцу спектрашки, и заинтригован м е т о д о м Вашего исследования: я много думал на эту тему, и мне кажется, что тут без какого-нибудь Kunstgriff'a** сделать решительно н и ч е г о невозможно.

Выяснить самое явление возможно только исследуя самые т о н к и е линии — линии (Na) D_1 и D_2, взятые только ради удобства наблюдения, конечно, не могут дать того общего закона, который представляет интерес; но для тонких линий лучшие решетки Rowland'a[3] недостаточны — они дают уширение линий благодаря неизбежным периодическим ошибкам, а способ Michelson'a приложим только к самосветящимся парам, т. е. случаю, физические условия которого совершенно неизвестны — на мой взгляд т о л ь к о наблюдение ширины а б с о р б ц и и при определенном давлении и температуре может дать путеводную нить: помимо колебания сопряженной системы вводится еще неизбежный фактор молекулярных ударов, благодаря которому декремент кажется больше, так как колебание, недоразвившись при ударе, прекращается (чтобы начаться с новой фазой).

Вот числовой пример.

Michelson наблюдал для $\lambda = 500\ \mu$ число заметных интерференций $n = 800\,000\ \lambda$. Это ставит условие, что [бы] молекула колебалась, не испытывая толчка в течение этого времени, а это время

$$\tau = \frac{\lambda}{v} n = \frac{0{,}5 \cdot 800\,000}{\underset{\text{km}}{300\,000} \underset{\text{mt}}{000} \underset{\text{mll}}{000} \underset{\mu}{000}} = \frac{4}{3} \cdot 10^{-9}\ \text{sec.}$$

Теперь возьмем время свободного движения молекулы по кинетической теории газов (см. Ландольт, II, Aufl., p. 313)[4].

Так, для кислорода O_2 при 0° и 760 mm.

скорость = 425 met. sec.$^{-1}$

* Публикация и примечания П. И. Зюкова.

** Kunstgriff — экспериментальная уловка.

длина пути $= 1 \cdot 10$ cm.

Отсюда время между двумя ударами

$$\tau = \frac{1 \cdot 10^{-5}}{42500} = \frac{1}{4} \cdot 10^{-9} \text{ sec.}$$

Для давления в 1000 раз меньшего (т. е. при котором работал Michelson) мы имеем [прзб] $= \sqrt[3]{p}$ время между ударами в 10 раз меньшее [5].

$$\tau' = \frac{1}{40} \cdot 10^{-9} \text{ sec.}$$

Ввиду того, что длина пути молекул есть величина весьма сомнительная по своему цифровому значению, мы можем утверждать, что для тонких линий вопрос о молекулярных ударах имеет весьма существенное значение, и исследование чистых линий, т. е. ширины их в том случае, когда газ бесконечно разрежен, потребует приборов, в которых доли одной

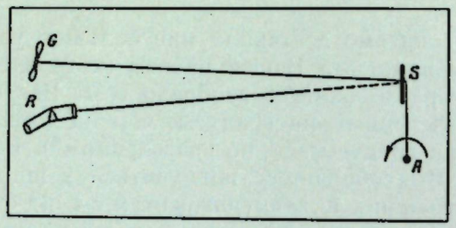


Рис. 1

миллионной λ можно было бы наблюдать с достаточной резкостью. Замечу, что для среднего положения самых резких линий в $\lambda = 5000$ ÅE Kaiser[6] дает $\pm 0{,}01$ ÅE, т. е. две миллионных доли, и, следовательно, кажущаяся их ширина, в значительной доле обусловленная размытостью, благодаря недостаткам лучшей решетки, будет, вероятно, в два дцать раз больше, т. е. сорок миллионных долей. Таким образом, лучшие решетки еще в сто или двести раз менее совершенны, чем прибор, необходимый для исследования интересующего нас явления. О применении призматических спектроскопов я не решаюсь и думать.

Теперь спрашивается: како сие сделать, как определить толщину тонкой линии?

Как опытный физик я, конечно, не задавался бы таким вопросом, если бы не знал ответа на него.

Белопольский как-то предлагал проверять принцип Допплера таким образом: поставить гейсслерову трубку G и отразить свет от нее от зеркала S в спектроскоп R. Зеркало S прикреплено к оси A таким же образом, как лопатка колесного парохода: при вращении оси A зеркало движется, оставаясь параллельным самому себе. Если двигать зеркало с достаточной быстротой, то линии переместятся в спектроскопе; скорость в 150 metr/sec соответствует кажущейся скорости отраженного луча в 300 metr/sec, т. е. производит смещение на одну миллионную долю λ.

Так как скорость зеркала нельзя сделать больше 50 metr/sec, то пользуются многократным отражением от неподвижного (движущегося—П. З.) зеркала S[1]. При трехкратном отражении получают упомянутые выше 300 metr/sec, а при тридцатикратном отражении (что я считаю технически не невозможным) получаем уже 10 миллионных долей λ—и уже входим в область, хорошо измеряемую решеткой.

Я выше говорил, что считаю ширину линий достаточно разреженного газа несколькими долями одной миллионной λ. Как же измерить ее указанным прибором?

Возьмем гейсслерову трубку с тем газом, спектр поглощения которого желаем изучать, и заставим ее светиться под влиянием весьма слабых разрядов (чтобы она давала Bandenspectrum*) и перед щелью плохого спектроскопа R поместим испытуемый газ. Покуда зеркало S неподвижно, в спектроскопе темно, так как линии газа поглощают свет трубки, но как только зеркало придет в движение со скоростью в несколько долей одной миллионной доли скорости света, то спектры съедут друг с друга

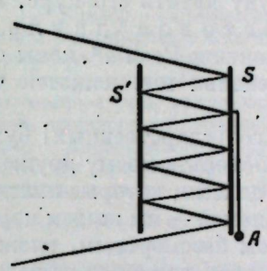


Рис. 2

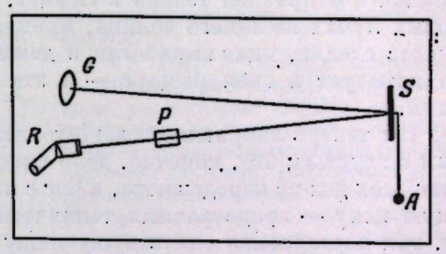


Рис. 3

и в спектроскопе станет светло для каждой отдельной линии. Измеряя ускорение или замедление света, даваемое зеркалом S, при котором спектры ложатся рядом друг с другом, мы получаем сумму толщин линий поглощения и свечения; подробно фотометрируя для разных скоростей зеркала, получаем кривую, из которой можно выделить обе составляющие части,— и все это независимо от Auflösungsvermögen** спектроскопа.

Так как до всего этого я дошел своим умом, то и считаю это единственным решением вопроса для тонких линий; исследование широких линий надо вести потом, и для них решетка, а для жидких тел и простой спектроскоп с одной призмой — вполне пригодные приборы.

Теперь относительно Вашего предложения физики в Мед[ицинском] инст[итуте][7]. Я очень ценю Ваше любезное предложение, и если бы не личные связи мои и моей сестры с Москвой, я, может быть, переселился в Петербург. Рекомендовать кого-либо из московских — так это Кастерина[8]: я сегодня зондировал у него почву: он, кажется, не особенно стремится в Харьков, но для него вопрос финансовый, как для человека семейного, представляет существенное условие, и если с этой стороны он не встретит препятствий, то, кажется, в принципе он согласен (магистерская диссертация его готова, и он будет защищать ее в этом семестре).

Вы меня поздравляете с почетным доктором — ах, Борис Борисович, как Вы непроизвольно иронизируете над нами: от имени факультета мне предложено подать «труд» — сборник переводов моих статей в Wied[emann's] Ann[alen][9] в качестве диссертации на доктора без экзамена.

Действительно, я долго ожидал получить от факультета почетного доктора физики, но под давлением лиц, бескорыстно заботящихся о моей личной «пользе», а особенно после одного факультетского заседания я, наконец, увидел, что наш факультет не может дать того, чего я желаю, так же как

* Bandenspectrum — полосатый спектр.

** Auflösungsvermögen — разрешающая сила спектроскопа.

если бы я добивался получить от него звание китайского императора. Мне стоило много труда и много крови, чтобы изменить мое предвзятое мнение на настоящее — к стыду моему должен признаться, что одно время подумывал было все бросить и перейти в электротехнику для того, чтобы кому-то что-то доказать, а потом устыдился собственному малодушию и тому, что, согласно обычаям страны, я сам так мало ценю свои работы. Само собою разумеется, что все это был результат тех тяжелых испытаний[10], которые я перенес за последние годы,— теперь я несколько оправился и думаю опять сделаться физиком. Сейчас мне помехой является перевод[11], который я должен по возможности скоро сделать в канцелярию нашего университета для дальнейшего движения.

На этот семестр у меня еще прибавилось работы; А. П. Соколов совсем расклеился и отправлен теперь в Египет, а я буду читать его курс, а там, в розовых лучах весеннего солнца, прячется с в е т о в о е д а в л е н и е: уже насос сделан, план выработан и даже перспектива Pech'a*, коим спектрашка помазует в свои рыцари,— и эта перспектива мне кажется чем-то хорошим.

Что Вы теперь заправляете заг[отовлением] гос[ударственных] бум[аг], я узнал с грустью; это, конечно, дело вкуса, но поверьте моему дружескому мнению: всех дел не переделаешь, и бог с ними, с делами, которые имеют преходящую цену — вроде разных технических приемов — мы живем короткое время, так постараемся слить душу нашу с делом бессмертным, вложим ее в непреходящий, вечный закон, чтобы и долго потом, даже без нашего имени, она жила для человечества и вместе с ним тою жизнью, которую мы по сравнению с нашей короткой жизнью можем назвать вечною. Не думайте, что я говорю это только для того, чтобы Вы занялись в з а с о с уширениями линии — нет, не только это: мне тяжело и досадно думать, что недостаток времени в Вас удавит физика, а это грех! И это тем более, что Вам везет и с формальной стороны — Вас можно поздравить академиком[12]. К моему «почетному доктору» я сам себя поздравляю, и именно потому, что им я обязан княгине Марии Константиновне[13], а это свидетельствует, что она не совсем забыла меня, дикого человека,— вот почему я прошу Вас передать ей мою благодарность и сердечный привет.

Ваш П. Лебедев.

P. S. Мне, кажется, на роду написано подписываться в письмах вверх ногами[14]. Не есть ли это символ?

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] Применявшийся Голицыным в некоторых его работах термометр, изготовленный Мюллером в Бонне, был коротким. Шкала термометра имела деления по 0,5° С. Во время опытов весь термометр находился в условиях высокой температуры. Таким образом, не требовалось производить поправку на неравномерное нагревание столба ртути в термометре.

[2] Лебедев намекает на участие Голицына в экспедициях на острова Новая Земля (1896) и в организации экспедиций на острова Шпицберген (1898) (русско-шведская экспедиция) и на Землю Санникова (1899) с целью градусного измерения. Эти экспедиции отвлекли Голицына от непосредственной экспериментальной работы по физике.

[3] Г. А. Роуланд (1848—1901)— американский физик. Работал в Балтиморе. Построил специальные машины для изготовления тончайших дифракционных решеток большого протяжения. Он первый стал делать вогнутые отражательные решетки, выполняющие одновременно роль решетки и собирательной линзы. Его решетки имеют до 20 000 штрихов на дюйм при большой ширине и превосходном качестве.

* Pech — неудача. Лебедев, с большим сомнением за результат, приступил к изучению светового давления.

[4] Г. Г. Ландольт (1831—1910) — директор Химического института Берлинского университета. Вместе с Р. Бернштейном издавал физико-химические таблицы (первое изд. 1883 г.). Они переиздаются и в наше время (1955).

[5] В этом пункте П. Н. Лебедев неточен: длина свободного пробега молекул обратно пропорциональна давлению, под которым находится газ. Поэтому при понижении давления в 10^3 раз во столько же раз возрастут и длина свободного пробега и время между двумя соударениями молекул, что далее Лебедев совершенно правильно и указывает.

[6] Г. Г. Кайзер — профессор физики в Боннском университете, член-корреспондент Петербургской Академии наук. Работал в области спектроскопии, по определению температуры излучающего газа, а также по электронной теории. Издатель известного многотомного руководства «Handbuch der spektroskopie». Это издание, очевидно, и имеет в виду Лебедев.

[7] В письме, ответом на которое является публикуемое, Голицын, как можно догадываться, приглашал Лебедева занять оставляемую им кафедру физики в Медицинском (женском) институте (теперь I Ленинградском), в котором он работал с 1897 по 1899 г. После отказа Лебедева это место было занято М. А. Шателеном (1899—1924).

[8] Н. П. Кастерин (1869—1947) — физик, ученик А. Г. Столетова. Работал в Московском и Новороссийском университетах.

[9] В марте 1898 г. профессорами Н. А. Умовым (1846—1915) и А. П. Соколовым (1854—1928) было сделано сначала устное, а затем подано письменное заявление на физико-математический факультет с ходатайством перед Советом университета об утверждении П. Н. Лебедева (без защиты) в степени доктора физики или о допущении его к защите диссертации на степень доктора, минуя магистерскую степень. В ответ на это факультет предложил Лебедеву представить перевод его статей, помещенных в «Wiedemann's Annalen».

В марте 1899 г. Лебедев подал прошение о том, чтобы его допустили к защите диссертации на «степень доктора физики». Тема диссертации «Экспериментальные исследования пондеромоторного действия воли на резонаторы». В сентябре 1899 г. на Совете физико-математического факультета был доложен отзыв Умова о докторской диссертации Лебедева. 6 октября 1899 г. происходила публичная защита. Оппонентами были профессора: А. П. Соколов и Н. Е. Жуковский (1847—1921). 30 октября 1899 г. Лебедев был утвержден Советом университета в степени доктора физики.

[10] В 1897 г. Лебедев закончил свое исследование над пондеромоторным действием резонаторов. Следуя строго своей программе, он приступает к основной работе—к доказательству существования сил светового давления. Выполнение ее заняло ряд лет. Исключительные по своей трудности и напряжению опыты отражаются на здоровье Лебедева (серьезная болезнь сердца). Это могло быть первой из причин тяжелого настроения Лебедева. Второй причиной «тяжелых испытаний», как он сам говорит в данном письме, мог явиться вопрос о прохождении процедуры присуждения ученой степени доктора, что было довольно сложным делом и сильно беспокоило Лебедева.

[11] Речь идет о переводе с немецкого статей Лебедева, опубликованных в «Wiedemann's Annalen» с 1891 по 1896 г. Один экземпляр перевода был послан вместе с письмом Голицыну.

[12] Б. Б. Голицын 4 ноября 1898 г. был избран экстраординарным академиком Петербургской Академии наук.

[13] Мария Константиновна Голицына (урожденная Хитрово) — супруга Б. Б. Голицына.

[14] За неимением места Лебедев сделал в письме подпись на противоположной стороне листа («вверх ногами»).

ПИСЬМА СВАНТЕ АРРЕНИУСА П. И. ВАЛЬДЕНУ

Публикуемые письма[1] известного шведского химика Сванте Аррениуса (1859—1927), основателя теории электролитической диссоциации, П. И. Вальдену относятся к 1912 г.— периоду, когда появилась серия исследований П. И. Вальдена в области неводных растворов.

[1] Копии хранятся в фонде М. А. Блоха (Архив АН СССР, ф. 343, оп. 1, № 68, лл. 18—23; 25—26). Оригиналы, повидимому, находятся в личном архиве П. И. Вальдена.

П. И. Вальден — профессор Рижского политехнического института (с 1894 по 1918 г.) и академик СПб. Академии наук (с 1910 по 1919 г.) — начал в 1899 г. исследования природы неводных растворов.

В 1910—1915 гг. П. И. Вальден опубликовал исследования электропроводности электролитов в различных органических растворителях с малой диэлектрической проницаемостью. Эти исследования убедительно показали, что «индифферентные» неводные растворители могут быть хорошей

ионизирующей средой. Так, формамид (амид муравьиной кислоты H—$CONH_2$), по исследованиям Вальдена, оказался сильным ионизирующим средством. Этой работе посвящена его статья «Formamid als Lösungs und Ionisierungsmittel» (Формамид как растворитель и ионизирующая среда)[1].

При изучении неводных растворов Вальдену удалось в 1906 г. установить связь между молекулярной электропроводностью и внутренним трением растворителя[2]. Изучением этого вопроса до Вальдена успешно занимался Л. В. Писаржевский[3].

На основе обширного экспериментального материала Вальден вывел следующее правило: $\lambda_\infty \cdot \eta_\infty = \text{const.}$, т. е. при бесконечном разбавлении произведение из предельной электропроводности и вязкости растворителя постоянно и не зависит от природы растворителя и от температуры опыта.

В 1912 г. Вальден произвел измерения диэлектрической проницаемости для ряда неводных растворов и опубликовал это исследование в работе «Über die Dielektrizitätskonstanten gelöster Sälze» (О диэлектрической константе растворимых солей. «Изв. Акад. наук», т. 6, 1912, № 4, стр. 305—332). Он нашел, что диэлектрическая проницаемость раствора почти всегда выше, чем у чистого растворителя. Это возрастание диэлектрической проницаемости тем больше, чем больше степень диссоциации электролита.

Свои статьи, посвященные данным вопросам, Вальден посылал С. Аррениусу; они и явились предметом обсуждения в интересной переписке между Аррениусом и Вальденом. Ниже публикуется в переводе Т. Н. Кладо полный текст трех писем Аррениуса к Вальдену, написанных на немецком языке.

Ю. И. Соловьев

[1] «Изв. Акад. наук», т. 5, 1911, № 15, стр. 1055—1082.

[2] «Zs. phys. Chem.», B. 55, 1906, S. 207—245.

[3] В 1905 г. Л. В. Писаржевский (ЖРФХО. т. 37, вып. 5, стр. 492, 1905) показал, что степень диссоциации равняется $\alpha_\infty = \frac{\eta\,\mu}{\mu_\infty \eta_\infty}$, где α — степень диссоциации, μ — молекулярная электропроводность, η — вязкость растворителя.

18 февр. 1912

Дорогой г. профессор Вальден!*

Очень благодарю Вас за Ваше крайне любезное письмо от 24 января. Бубанович и Тамман[1], которые были на Менделеевском съезде, [передали мне] приветы из С.-Петербурга и от Вас. Я сам не решился поехать, так как мой врач запретил мне путешествовать в холодную погоду. Прошлый раз я также очень сильно простудился в С.-Петербурге, так что два месяца после этого был лишь наполовину работоспособен. Моя предполагавшаяся поездка в Москву, куда я уже даже купил билет, также была отменена.

В последнее время мне приходилось только читать корректуры, преимущественно моих американских лекций[2]. Кроме того, я написал две маленькие статьи, одну — по геологическому, другую — по астрономическому вопросу. Мне сейчас никак не удается экспериментировать, я все время сижу над писанием книг. Я надеюсь, однако, что этой работы, наконец, станет меньше, так что у меня будет оставаться некоторое время для опытов. Могу от души поздравить Вас с Вашей совершенно не ослабевающей продуктивностью. Ваша статья о формамиде[3] — одна из самых интересных, какие я прочел за последнее время. Тема о связи между внутренним трением и проводимостью интересовала меня уже с 80-х годов[4]. Я доказал тогда, что застывший желатино-соляной раствор (5 %) проводит примерно на 20% хуже, чем соответствующий водный раствор, хотя текучесть была равна нулю. Это, конечно, связано с распределением желатина наподобие клеток и соответствует проводимости фитиля, погруженного в соляной раствор.

Отклонение от пропорциональности между текучестью и проводимостью может быть во многих случаях объяснено тем, что движущиеся ионы мельче,

* Публикация и примечания Ю. И. Соловьева.

чем молекулы растворяющей среды. Но, к сожалению, это — обычный случай. Насколько я помню, закон Стокса не требует такого ограничения для весьма малых частиц. Поэтому при вычислении гидратации ионов всегда и применяли попросту закон Стокса.

Ваши новые исследования диэлектрической постоянной растворенных солей[3] интересуют меня чрезвычайно. Я и другие надеялись в свое время, что уклонения от Оствальдовского закона разбавления могут быть объяснены таким путем; но наблюдения Друде[5], повидимому, не согласуются с такой точкой зрения. Я жду опубликования Вашей относящейся к этому работы с величайшим интересом.

Сердечно благодарю Вас за Ваши столь дружеские новогодние поздравления. И у меня, и у моих все идет так хорошо, как только можно пожелать. Надеюсь, что так же обстоит дело с Вами и Вашим семейством; мое самое главное пожелание заключается в том, чтобы Ваша научная работа продолжалась с той же неослабной энергией.

С искреннейшими приветами от нашего дома к Вашему остаюсь неизменно Вам преданный

Ваш Сванте Аррениус

Стокгольм, 9 авг. 1912

Дорогой друг и коллега!

Давно уже мне следовало бы Вам написать. В сущности, у меня и было это намерение, когда я послал Вам свои американские лекции. Но, как это всегда бывает, у меня не было времени, и так я отложил письмо до будущего. Теперь пришло Ваше любезное письмо от 5 авг., и я уже, естественно, не откладываю своего ответа.

То большое одобрение, с которым Вы отзываетесь о (моих) лекциях, совершенно незаслуженно, так что я совсем смущен. Я буду в высшей степени удовлетворен, если моим дорогим коллегам не придется при этом слишком много вытравлять. Из Ваших крайне интересных статей[6], которые Вы мне прислали, я вижу, что Вы отчасти занимались теми же вопросами, что и я в исторических главах. Курьезную историю с Розеншгилем[7] Вы, как и я, приписали Гей-Люссаку. Я должен сказать, что достижения Г[ей]-Л[юссака] для своего времени были совсем замечательны, хотя из них не получилось ничего количественного[8]. Столь же замечательны заслуги Гульдберга[9], который, однако, к сожалению, не свободно обращался с химическим опытным материалом. Наоборот, более подробное изучение Вальсона[10] доставило мне некоторое разочарование. Это как раз то, о чем я Вам писал года полтора тому назад, когда подготовлял эти лекции. Его капиллярные высоты представляют чистейшую путаницу и их приходится свести главным образом к удельным весам.

Ваша статья о диэлектрических постоянных растворов меня очень заинтересовала. Конечно, и я смотрел в этом направлении, желая отдать себе отчет в отклонениях от Оствальдовского закона разбавления; но определения Друда лишили меня всякой надежды. Теперь я надеюсь, что изучение неводных растворов приведет Вас к простым законам природы, как это в свое время было с Раулем[11].

С напряженным интересом я ожидаю Ваших дальнейших работ в этой области. Поздравляю Вас также с Вашей изумительной продуктивностью, которую Вы сохранили в полной мере, несмотря на столь многие отвлекающие обстоятельства. Я очень рад также, что Вы занимаетесь старой классической физической химией, из которой, вероятно, можно будет извлечь

еще очень много хорошего. Большинство ее уже оставило, особенно в Германии. Я чувствую, что и я здесь не без вины; я пробовал применить то, что уже установлено, в других областях, и, как мне кажется, доказал таким путем центральное положение нашей науки... В последние дни я рассмотрел с этой точки зрения и образование соляных залежей и надеюсь, что геологи согласятся с моими взглядами.

Конечно, для меня величайшая честь, что меня предложили к избранию в почетные члены вашего факультета[12]. В памятных мне и любимых лабораториях вашего Политехникума я ведь когда-то вместе с Оствальдом производил исследования[13], которые остались моими любимыми духовными детьми. Мне особенно приятно то, что этой высокой честью я обязан Вам, чье мнение для меня значит больше, чем мнение кого бы то ни было из ныне живущих физиков, ибо Вы с таким огромным успехом работали как раз в той области, которую я люблю больше всего. Прошу Вас и факультет принять мою искреннейшую благодарность.

Сердечно Вам преданный Сванте Аррениус.

11 окт. 1912

Дорогой и глубокоуважаемый друг и коллега!

Прежде всего хочу поблагодарить Вас за Вашу милую открытку из Америки. На днях я должен был побывать у Вас в моем старом любимом городе Риге, где весной 1886 г. я пережил столько радостных минут и где так примерно и счастливо работал. Мне часто хотелось поехать туда и посмотреть, что еще осталось от прежнего и от старых друзей за эти 26 лет. Многие ушли, но многие еще там. Мне хотелось также посмотреть на старые дома Гильдии и Черноголовых, Верманский парк и Королевскую аллею, как и на прекрасные сады, не говоря о взморье и чудесной реке. Но время года не благоприятствует поездке по морю, и мы на прошлой неделе потеряли два парохода, вышедших из Риги. Нужно будет сделать это летом.

Но сейчас, когда я не имею возможности даже увидеться со своими старыми товарищами, прошу Вас передать начальству Политехникума, сколь многими узами я связан с высшей школой, празднующей свой юбилей[14], и со старым ганзейским городом, где я видел также много древностей, напомнивших мне о минувших славных годах шведского могущества.

Пусть успех всегда сопутствует Рижскому политехникуму, пусть он воспитает многих деятелей, которые сумеют поднять и использовать огромные богатства России. Пусть научный ореол, сияющий над вашей высшей школой благодаря работе столь многих выдающихся ученых, заспяет в последующие столетия еще ярче над Вашим родным городом, над старыми Балтийскими провинциями и над всей Россией.

Искренно Вам преданный
Сванте Аррениус.

P. S. Я уже 10 лет не ректор университета, а только директор Нобелевского института.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] Густав Тамман (1861—1938)— химик. С 1892 по 1903 г. профессор и директор химической лаборатории Дерптского университета. С 1903 по 1930 г. профессор Геттингенского университета. Известен своими работами по упругости пара растворов, изучению осмотических явлений, металлических сплавов, гетерогенных равновесий.

[2] Повидимому, речь идет о книге С. Аррениуса «Theories of solutions». Silliman Lectures, New Haven, 1912.

[3] См. стр. 260.

[4] S. Arrhenius. Ofvers. d. Stockh. Akad. N 6, p. 121, 1885; «Zs. phys. Chem.», B. I; 1887, S. 285.

[5] О каких наблюдениях Друде говорит Аррениус, точно установить не удалось. Возможно, что здесь он имеет в виду работу Друде, посвященную изучению диэлектрической проницаемости различных растворителей (см. «Zs. phys. Chem.», B. 33, 1897, S. 267).

[6] P. Walden. Die Hauptdaten aus der Geschichte des osmotischen Drucks und der osmotischen Lösungstheorie. «Изв. СПб. Академии наук», 1912, стр. 453—464.

[7] Розенштиль Ф. (F. Rosenstiehl) опубликовал в 1911 г. статью («Compt. rend.», V. 152, 1911, p. 1305), посвященную истории исследований явлений осмотического давления, в которой допустил ряд фактических ошибок. На эти ошибки указал П. И. Вальден.

[8] В 1839 г. французский ученый Ж.-Л. Гей-Люссак впервые ясно указал на аналогию между процессами испарения и растворения. По этому поводу он писал: «Как упругость паров, так и растворимость данного тела изменяются в зависимости от температуры; кроме того, растворимость несомненно связана с взаимным сродством растворителя и растворенного тела; но так как сродство не изменяется с температурой, между тем как растворимость существенным образом зависит от температуры, то трудно будет не допускать, что продукт в случае растворения, как и в случае испарения, при каждой данной температуре существенным образом определяется числом молекул, которые могут существовать в данном количестве растворителя; они оттуда выделяются по той же самой причине, по которой упругие частицы осаждаются при понижении температуры, а кроме того, вероятно, как эти последние, при сжатии и уменьшении объема растворителя». (J.-L. Gay-Lussac. Considérations sur les Forces chimiques. Premier mémoire sur la cohésion. «Ann. chim. phys.», V. 70, 1839, p. 424).

[9] Гульдберг К. М. в 1870 г. термодинамически установил соотношение между упругостью пара и понижением точки замерзания раствора. («Compt. rend.», V. 70, 1870, p. 1349).

[10] Вальсон в 1870 г. нашел, что удельный вес раствора всех солей в воде является аддитивным свойством ионов (или, как он их назвал, радикалов), из которых состоит соединение. Исходя из этого, он высказал предположение о диссоциации электролита в растворе на ионы (радикалы). («Ann. chim. phys.», (4), m. 20, 1870, p. 361; «Compt. rend.», m. 73, 1871, p. 441).

[11] Французский химик М. Рауль, начиная с 1886 г., стал широко применять неводные растворители для своих знаменитых криоскопических и эбулиоскопических измерений. Раулем был установлен закон

$$\frac{P-p^1}{p}=K\frac{N}{N+n},$$

где P — упругость пара растворителя, p^1 — упругость пара раствора, N — число частиц растворенного в-ва, n — число частиц растворителя.

Согласно этому закону, относительное понижение упругости пара раствора пропорционально концентрации и не зависит от температуры и природы растворенного вещества (см. Рауль. Определение молекулярного веса при помощи эбулиоскопии и криоскопии. ЖРФХО, т. 26, 1894, в. 9, отд. II).

[12] В 1912 г. С. Аррениус был избран почетным членом химического факультета Рижского политехникума.

[13] С. Аррениус зиму и лето 1886 г. работал в лаборатории В. Оствальда в Рижском политехникуме. Это был тот период, когда теория электролитической диссоциации, по словам самого Аррениуса, только «созревала».

[14] В 1912 г. Рижский политехникум, основанный в 1862 г., праздновал свой пятидесятилетний юбилей (см. Юбилейный сборник к пятидесятилетию Рижского политехнического института. 1862—1912. Рига, 1912).

ПОСЛЕДНИЙ АССИСТЕНТ А. М. БУТЛЕРОВА — Б. Ф. РИЦЦА И ЕГО ИССЛЕДОВАНИЯ

Из ближайших помощников и ассистентов А. М. Бутлерова очень многие химики оставили глубокий след в науке — В. В. Марковников, А. М. Зайцев, Г. Г. Густавсон, А. Н. Вышнеградский, М. Д. Львов, Д. П. Павлов и др. Более скромное место в науке занимают два сотрудника Бутлерова — А. А. Кракау и Б. Ф. Рицца. Первому из них посвящена статья К. Б. Пиотровского[1]. Жизнь и творчество Б. Ф. Риццы, который в течение пяти последних лет жизни Бутлерова был ближайшим его сотрудником и ассистентом, еще не были предметом изучения. Между тем деятельность этого трудолюбивого и одаренного химика достойна специального исследования. Работы Риццы упоминаются в русской и зарубежной химической литературе.

Б. Ф. Рицца самостоятельно и вместе с Бутлеровым выполнил несколько важных исследований. Экспериментальные и теоретические работы Риццы относились к области эфирных масел и учения о непостоянстве атомных весов химических элементов. Рицца вел большую редакционно-издательскую работу. Он был одним из ближайших помощников Н. А. Меншуткина по изданию «Журнала Русского химического общества».

Источником биографических сведений о Б. Ф. Рицце является некролог, составленный А. Кесслером[2].

Бенвенуто Францевич Рицца родился 21 января 1858 г. в Петербурге. Его отец, по происхождению итальянец, в молодости переселился в Россию и с тех пор постоянно жил в Петербурге. Рицца учился в шестой С.-Петербургской гимназии, где показал отличные способности, переходя из класса в класс с высшими наградами. Рицца успешно занимался древними языками и в совершенстве овладел латынью. Он рано проявил большой интерес к естествознанию; составлял гербарии и коллекции насекомых. Особое пристрастие он питал к различным химическим опытам и с увлечением занимался пиротехникой. Эти сведения напоминают нам юношеские годы А. М. Бутлерова.

В 1877 г. Рицца окончил гимназию с золотой медалью и по желанию родителей поступил в С.-Петербургский университет на юридический факультет, хотя его не прельщала деятельность юриста. Через три месяца после поступления в университет он перешел на естественное отделение физико-математического факультета, на котором преподавали химию А. М. Бутлеров, Д. И. Менделеев и Н. А. Меншуткин. На IV курсе, после изучения качественного и количественного анализа, Рицца приступил к исследованиям по органической химии в лаборатории Бутлерова.

В 1881 г. Рицца окончил университет со степенью кандидата наук и был оставлен при университете. Некоторое время он продолжал работать в университетской лаборатории Бутлерова, а затем перешел в его лабораторию при Академии наук, где и работал до конца жизни. В это время А. М. Бутлеровым была предпринята большая и важная работа по точному определению атомных весов некоторых элементов (белого и красного фосфора, хлора, ртути). Причины, побудившие Бутлерова начать эти работы, в которых помогали ему Б. Ф. Рицца и А. А. Кракау, становятся понятными из статьи и заметки Бутлерова[1], а в еще большей степени из недавно найденного нами автографа Марковникова[2], который пишет: «Известно, что Шютценбергер при анализе углеводородов Кавказской нефти получал углерода и водорода более ста процентов, а прибавление в весе, доходившее до 1%, выражалось главным образом в углероде[3]. Чтобы объяснить это весьма странное явление, Бутлеров высказывает предположение о непостоянстве атомных весов. По его мнению, атомные веса элементов могут колебаться, т. е. уменьшаться или увеличиваться в некоторых тесных пределах. Пределы эти могут быть столь незначительны, что изменение атомного веса элемента может и не проявляться в свойствах (крупных?) его соединений. Если мы припомним, что постоянство в весе атомов со времени введения в науку этого понятия считалось одним из основных свойств материи, то мысли Бутлерова не могут не показаться чересчур смелыми. Тем не менее на них уже откликнулись другие ученые. Американец Кук и некоторые другие химики открыто заявили, что они присоединяются к мнению Бутлерова. Очень недавно Крукс в своей речи об эволюции элементов развивает ту же идею, придавая ей первостепенное значение. В руках Крукса находятся, повидимому, даже веские экспериментальные данные. То же мы находим у Лекок де Буабодрана. Бутлеров тоже не довольствовался словами и приступил к опытной проверке высказанных предположений. С этой целью он вместе с некоторыми учениками предпринимает ряд исследований по методу, не имеющему ничего общего с методом Крукса и Буабодрана. Первоначально он остановился на белом и красном фосфоре, а также обыкновенном и иисолированном хлоре. Трудности, с которыми соединены подобные исследования, заставили его оставить эти элементы и обратиться к ртути. На этом особенно важном повороте его химической деятельности прервана была жизнь неутомимого ученого катастрофой 5 августа [1886 г.]». Приведенное место автографа Марковникова перечеркнуто; отдельные фразы этой рукописи Марковниковым были опубликованы в его статье о Бутлерове в 1887 г.[1]

Опыты по выявлению непостоянства атомных весов элементов А. М. Бутлеров и Б. Ф. Рицца старались проводить с максимальной точностью. После первых опытов выяснилось, что весовое помещение академической лаборатории на 8-й линии Васильевского острова не приспособлено к прецизионным измерениям. Пришлось под весами углубить фундамент настолько, чтобы езда на улицах не отражалась на взвешивании. Вскоре появилась также необходимость в изотермичности помещения и т. п. Неожиданная смерть А. М. Бутлерова и Б. Ф. Риццы прервала эксперименты.

Учение об изотопии химических элементов, развитое впоследствии, говорит о правильном научном предположении исследователей.

7 октября 1882 г. Рицца, по рекомендации А. М. Бутлерова, М. Д. Львова и Н. Н. Любавина, был принят в члены Русского физико-химического общества[2] и с этого времени принимал активнейшее участие в его работе.

В 1883 г. отец Риццы был разбит параличом, и молодому исследователю пришлось искать работу, чтобы обеспечить семью. Еще ранее он ассистировал на лекциях Бутлерова на Петербургских высших женских курсах. Теперь он стал и руководителем практикума по химии и лаборантом.

В 1885 г. Рицца успешно выдержал трудный магистерский экзамен. В конце зимы этого же года, после смерти отца, здоровье Риццы ухудшилось. Однако весной он поправился, возобновил свои лаборантские занятия и приступил к устройству лаборатории в Гатчинском дворце.



Б. Ф. Рицца
(публикуется впервые).

Царское правительство, отпускавшее мизерные средства на народное образование, на постройку школ для трудящихся, не скупилось на огромные расходы, связанные с образованием членов царской фамилии.

Для преподавания химии наследнику престола строилась специальная лаборатория, в качестве преподавателя был приглашен А. М. Бутлеров. Понятно, что отказаться от этой «чести» Бутлеров не мог. Ассистировать ему должен был Рицца.

Но 5 августа 1886 г. оборвалась жизнь А. М. Бутлерова. Известие о его кончине произвело очень тяжелое впечатление на Риццу. «Вы не знаете кого я потерял! Я потерял больше чем отца!». Эти слова Риццы лучше всего отражают глубокое уважение и горячую любовь, которую он питал к своему учителю. Смерть Бутлерова повлияла на расстроенный организм его ученика. Состояние здоровья ухудшилось, и 30 августа 1886 г. на 29-м году жизни Рицца скончался.

В. В. Марковников по этому поводу говорит: «Роковое событие 5 августа

---

[1] К. Б. Пиотровский. Первая работа в области полимеризации щелочными металлами (А. А. Кракау). «Успехи химии», 23, 123—128 (1954).

[2] А. Кесслер. Бенвенуто Францевич Рицца (Некролог). ЖРХО, 19, 316—319 (1887).

[1] А. М. Бутлеров. Сочинения, т. I, 1953, стр. 412—414, 546 (см. там же примечания А. Ф. Платэ, стр. 608—609, 922).

[2] Архив АН СССР, Моск. отд., ф. 474, оп. 1, № 59/1.

[3] Эти наблюдения Шютценбергера не подтвердились; они были основаны на ошибках в аналитической части экспериментов.

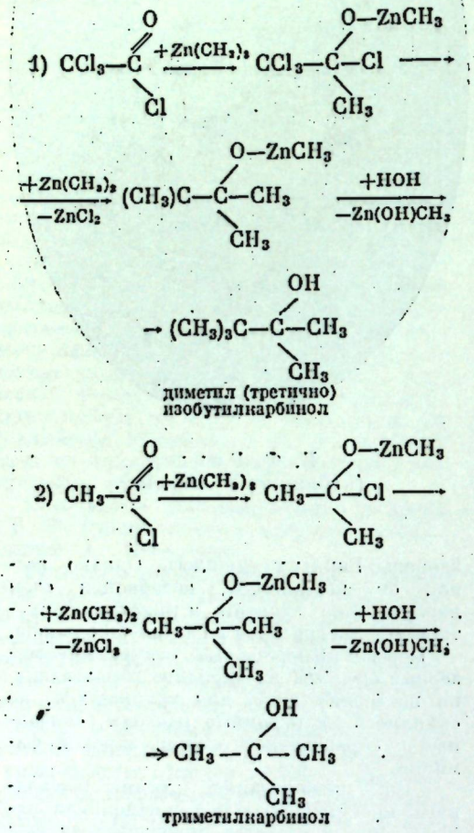
[1] В. В. Марковников. Воспоминания и черты из жизни и деятельности А. М. Бутлерова. ЖРХО, 19, 69—96 (1887), (приложение).

[2] ЖРХО, 14, 325 (1882).

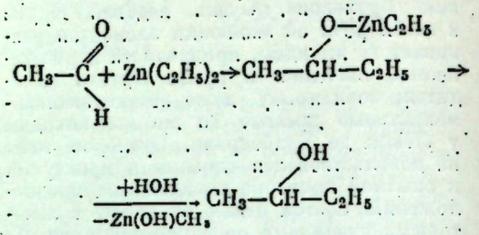
так сильно повлияло на его сотрудника Рицца, что через месяц свело его тоже в могилу»[1].

Несмотря на преждевременную смерть, Рицца выполнил ряд ценных исследований по органической химии.

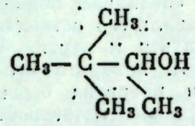
В октябре 1881 г. Рицца закончил свою первую экспериментальную работу «О действии хлораля на цинкметил»[2]. Ученик Бутлерова И. В. Богомолец показал сходство реакции цинкметила с хлорангидридом трихлоруксусной кислоты и хлорангидридом уксусной кислоты[3].



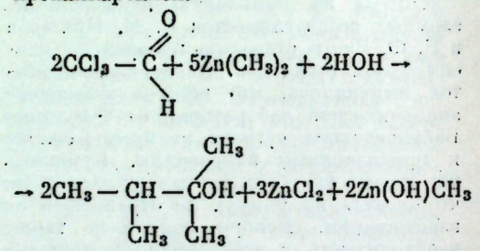
Эти реакции аналогичны историческому синтезу Бутлерова первого третичного спирта. Целью работы Риццы было установить, не существует ли подобной же аналогии в реакциях цинкметила с хлоралем и уксусным альдегидом. Реакция цинкалкила с уксусным альдегидом



приводит к вторичному спирту — метилэтилкарбинолу[1]. В реакции цинкметила с хлоралем должен был бы получиться вторичный спирт метил (третично) изобутилкарбинол



Тщательно проведя реакцию и исследовав ее продукты, Рицца установил, что при действии цинкметила на хлораль получается третичный спирт — диметилизопропилкарбинол.



Этот интересный случай получения третичного спирта показал отсутствие аналогии между реакцией Вагнера и данной и подтвердил правильность вывода Бутлерова о наличии перегруппировки в реакциях цинкметила с некоторыми галоидными соединениями.

Наиболее ценные исследования Б. Ф. Риццы — работы по изучению эфирных масел и терпенов — дали возможность расширить применение структурно-химических представлений к этой, тогда еще темной, отрасли органической химии. В химии эфирных масел и терпенов поколения отечественных химиков выработали прочные преемственные традиции (работы К. К. Клауса, А. М. Бутлерова, Ф. М. Флавицкого, И. И. Канонникова, Е. Е. Вагнера, В. Е. Тищенко, Л. А. Чугаева, Н. М. Кижнера, С. С. Наметкина, А. Е. Арбузова, Б. А. Арбузова и др.). В этой цепи развивающихся исследований работы Б. Ф. Риццы 80-х годов XIX в. составляют существенное звено.

---

[1] В. В. Марковников. ЖРХО, 19, 90 (1887).

[2] Б. Ф. Рицца. О действии хлораля на цинкметил. ЖРХО, 13, 558 (1881); 14, 99—103 (1882).

[3] И. В. Богомолец. Действие цинкметила на хлористый ацетил различной степени охлорения. ЖРХО, 12, 11 (1880); 13, 395 (1881).

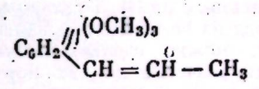
[1] Е. Е. Вагнер. Действие цинкэтила на уксусный альдегид. ЖХРО, 8, 37 (1876).

Исследование состава и строения азарона было начато по инициативе Рицци, проводилось им совместно с Бутлеровым и привело к весьма ценным результатам. Уместно отметить, что Рицца для своих исследований выбирал весьма актуальные темы; но это часто приводило к тому, что теми же вопросами начинали заниматься и другие химики, что иногда вызывало досадный параллелизм. К тому же некоторые исследователи были бесцеремонны, что не могло не огорчать добросовестных и щепетильных Бутлерова и Риццу. Об этих досадных случаях Рицца писал в письмах к Бутлерову. Вначале Рицца собирался вместе с Бутлеровым заняться выяснением природы хелидоновой кислоты, но оказалось, что это исследование стали проводить Либен и Гейтингер. Тогда Рицца предложил Бутлерову работу с азароном. В письме от 25 мая 1883 г. Рицца писал своему учителю: «Итак, хелидоновую кислоту придется оставить, но если в ваших краях достаточно растет Asarum europaeum, то, мне кажется, недурно было бы собрать некоторое количество корней, чтобы извлечь из них азарон, который добывается точно так же, как и камфора багульника. Быть может, работа с ним пойдет хорошо и мы сделаем ее раньше, чем успеют и эту тему перехватить у нас. Что не говорите, Александр Михайлович, а все-таки странно, что все темы, к которым я хочу приступить или над которыми уже начал работать, так сказать, перед носом выхватывают: так было с действием цинкметила на хлораль, с определением атомных весов, с камфорой багульника и с хелидоновой к[ислотой].

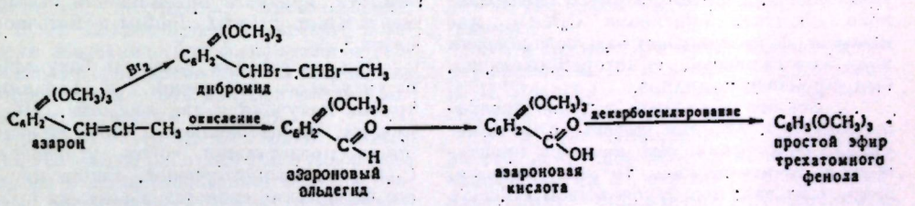
Багульник опять доставляют в лабораторию и перегонка идет довольно успешно: перегнано около двух пудов; только в нынешнем году придется платить подороже; моя поставщица что-то ортачится; быть может, удастся уговорить ее поставлять за прошлогоднюю цену»[1].

Подробное исследование азарона длилось три года. Две статьи[2] опубликованы были от общего с Бутлеровым имени в 1884 и 1887 г.; вторая статья — посмертно. Экспериментальная часть и значительная доля теоретических исследований азарона принадлежат Б. Ф. Рицце.

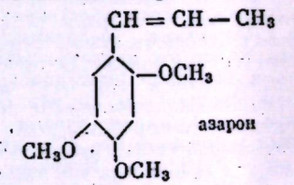
Вначале Рицца полагал, что две метоксильные группы в азароне соединены с бензольным ядром, а третья находится в конце боковой цепи, замещающей третий водород ядра[1]. Но позже, вместе с Бутлеровым, он выяснил, что и третий метоксил соединен с ядром; боковая же цепь представляет собой радикал пропенил —CH=CH—CH3. Таким образом было установлено химическое строение азарона как триметоксипропенилбензола:



Б. Рицца и А. Бутлеров показали генетические превращения азарона в следующих направлениях:



Они указывали, что местонахождение трех метоксилов и пропенила в бензольном ядре (всего возможно 6 изомеров) твердо может быть установлено в дальнейшем при синтезе азарона. В 1899 г. Гаттерман и Эггерс[2] подтвердили синтезом строение азарона по Рицце и Бутлерову и установили местонахождение четырех заместителей в бензольном ядре



---

[1] Архив АН СССР, (Ленинград), ф. 22, оп. 2, № 203. Письма Риццы к Бутлерову.

[2] Б. Ф. Рицца (совм. с А. М. Бутлеровым). Об азароне. ЖРХО, 16, 561—568 (1884) Sur l'asarone. «Bull. Acad. Sc.» St.-Pétersb. 29, 405—414 (1884); см. также А. М. Бутлеров. Сочинения, т. I, 1953, стр. 415—420; Б. Ф. Рицца (совм. с А. М. Бутлеровым). Об азароне. 2-я статья. ЖРХО, 19, 1—12 (1887); Sur l'asarone (2-me partie). «Bull. Acad. Sc.», St.-Pétersb. 31, 496—508 (1887); см. также А. М. Бутлеров. Сочинения, т. I. 1953, стр. 415—420 (Примечания к работе об азароне в I томе сочинений Бутлерова принадлежит А. Ф. Платэ).

[1] Архив АН СССР, (Ленинград), ф. 22, оп. 2, № 203 (Письма Риццы к Бутлерову).

[2] L. Gatterman u. Eggers. «Berichte», 32, 289 (1899).

Когда Рицца и Бутлеров проводили свои исследования азарона, в журнале Немецкого химического общества появилась статья бреславского профессора Т. Полека об этом же веществе[1], а через некоторое время диссертация его ученика Ф. Штатса[2]. Этот факт получил отражение во второй статье русских химиков, где отмечаются неточности в работе упомянутых зарубежных исследователей. В письме к Бутлерову от 24 июня 1884 г. Б. Ф. Рицца, узнав о работах Полека и Штатса, предлагает послать в Бреслау заявку с пожеланием сохранить за собой разработку темы и даже предлагает немецкий текст проекта письма к Полеку. Интересны следующие критические места этого большого письма Риццы Бутлерову:

«Вывод из всего вышеизложенного, мне кажется, можно сделать следующий: результаты, добытые до сих пор Staats'ом сводятся почти к нулю, ибо до сих пор он ничего не сделал нового и не получил ничего положительного, кроме нейтрального продукта окисления, который, хотя и проанализирован, но формула его не установлена. Притом формула нейтрального продукта окисления $C_8H_9O_3$, мне кажется, не заслуживает большого доверия ввиду поспешности, с которой, очевидно, был произведен анализ.

... Все это обеспечивает право продолжать работу. Это, так сказать, с чисто научной точки зрения. Что касается практической точки зрения, то мне кажется, дело стоит так: под руководством Poleck'a Staats работает над докторской диссертацией и, добыв кое-какие результаты, напишет ее, а затем, получив Doctor philosophial, успокоится и нам продолжать работу не помешает»[3]. Примерно так и получилось. Расшифровали химическое строение азарона именно Б. Ф. Рицца и А. М. Бутлеров.

Интерес представляет работа Б. Ф. Рицца над камфорой из эфирного масла багульника, кристаллического вещества, содержащегося в растениях Ledum palustre (багульник болотный)[4]. Несмотря на то, что это вещество давно применялось в медицине (потогонное и наркотическое средство) и не раз служило предметом исследования ученых, состав его не был точно известен. Первым исследователям — Раухфусу, Мейснеру, Виллигку и Фредо — не удалось даже выделить камфору из эфирного масла. Чистая камфора была впервые получена Г. В. Грасманом, который дал ей название «камфора багульника» и описал некоторые ее физические свойства. В 1851 г. был сделан первый анализ этого вещества Бухнером и выведена формула $C_{50}H_{43}O_3$. В 1874 г. Трапп придал камфоре формулу $C_{28}H_{21}O$. Совершенно другую формулу вывели Гьельт и Коллан[1] — $C_{25}H_{44}O_2$.

Таким образом, до работы Риццы о камфоре из багульника были самые противоречивые и туманные представления. Переработав 440 кг багульника, Рицца получил значительное количество чистого вещества и подробно описал его физические свойства. Для определения формулы камфоры багульника было проведено 14 анализов на содержание углерода, водорода и кислорода с веществом, очищенным различными способами, пять определений плотности пара. Данные Риццы — С — 81,32%, Н — 11,57%, О — 8,10% — заставили видного финского химика Э. Гьельта повторить свои определения процентного содержания указанных веществ, признать правильность экспериментальных данных Риццы и неточность своих[2].

При нагревании камфоры багульника с уксусным ангидридом, в запаянной трубке получаются два вещества. Исследуя их, Рицца заключил, что одно из веществ представляет собою углеводород $C_{15}H_{24}$ из сесквитерпенов. Рицца изучил его физические свойства и реакции с бромом и хромовой смесью. Вторым веществом была уксусная кислота. Так как в результате реакции других веществ получено не было, то Рицца сделал вывод, что камфора багульника представляет гидрат сесквитерпена и обладает формулой $C_{15}H_{26}O$. Так была установлена формула камфоры багульника (ледола — ledol или ledum camphor) и ее принадлежность к гидратам сесквитерпенов[3]. В современных справочниках, как окончательные, приводятся именно эти данные Риццы[4].

Наряду с исследованиями в области органической химии Рицца проделал большую работу в Русском физико-химическом обществе, являясь членом редакции химической части журнала РФХО. За 5 лет им было написано более 30 рефератов исследований зарубежных химиков, главным образом в области эфирных масел и терпенов. Рефераты Риццы[1] говорят о глубоких знаниях их автором различных разделов органической химии. Большая часть рефератов является не простым пересказом работ других химиков, а научным анализом с ценными критическими замечаниями. Показателен в этом отношении реферат Риццы о работе Р. Пазини «О светопреломляющей способности ароматических соединений»[1], в котором, помимо результатов работы Пазини, представлены подробные сведения о других работах в этой области и высказаны соображения, подводящие итог этим исследованиям.

Из всего изложенного вытекает, что Б. Ф. Рицца был весьма ценным и инициативным сотрудником А. М. Бутлерова, способным проводить важные научные исследования.

Ю. С. Мусабеков и А. М. Баунов

---

[1] T. Poleck. «Berichte», 17, 1415 (1884).

[2] F. Staats. Über Asaron, Inaugural Dissertation. Breslau, 1885.

[3] Архив АН СССР (Ленинград), ф. 22, 2, № 203 (Письмо Риццы к Бутлерову).

[4] Б. Ф. Рицца. О камфоре из эфирного масла багульника. ЖРХО, 15, 362 (1883); 18, 480 (1886); 19, 319—325 (1887). В статье 1887 г. имеются дополнительные сведения из записной книжки Риццы, извлеченные А. И. Горбовым после смерти исследователя.

[1] E. Hjelt u. Collan. «Berichte», 15, 2501 (1882).

[2] Когда Б. Ф. Рицца обнаружил расхождение своих результатов с данными Э. Гьельта, он обратился к Гьельту с просьбой прислать образец его продукта. Анализ «камфоры багульника» из Финляндии подтвердил прежние цифры Риццы.

[3] Б. Ф. Рицца. «J. Chem. Soc.». Abstracts, 54, 845 (1888).

[4] Словарь органических соединений, т. II. М. 1949, стр. 503.

[1] Рефераты, подписанные «Б. Р.», в 1882—1887 гг. во II отделе, 14—19 т. ЖРХО.

[1] ЖРХО, 16 (II отд.), 165—168 (1884).

ИНТЕРЕС И. П. ПАВЛОВА К РАБОТАМ В ОБЛАСТИ ЗООТЕХНИЧЕСКОЙ ФИЗИОЛОГИИ

Недавно мы обнаружили в архиве физиологического отделения Ветеринарной лаборатории Министерства внутренних дел, который хранится в Центральном государственном историческом архиве в Ленинграде, документы, показывающие, что И. П. Павлов проявлял интерес к вопросам зоотехнической физиологии и способствовал развертыванию исследований в этой области[1]. Эти документы представляют существенный интерес.

Известно, что И. П. Павлов внимательно следил за работами Ильи Ивановича Иванова в малоисследованной области биологии размножения сельскохозяйственных животных.

Помимо теоретического значения, исследования И. И. Иванова открывали практические перспективы, так как позволяли резко повысить плодовитость животных. Разработанный им метод искусственного осеменения способствовал более рациональному использованию ценных племенных производителей и тем самым ускорению темпов улучшения пород животных.

В практике животноводства этот метод давал большие возможности для гибридизации различных видов животных, скрещивание которых естественным путем невозможно.

Заинтересовавшись работами И. И. Иванова, тогда еще начинающего исследователя, И. П. Павлов пригласил его в 1899 г. в свою лабораторию прочесть доклад о результатах проведенных им исследований. После глубокого анализа исследований И. И. Иванова, И. П. Павлов обратился к нему со словами «... нужно признать за вашими находками большое значение»[1].

В условиях царской России, испытывая большие трудности, не имея лаборатории и средств, И. И. Иванов в течение ряда лет не мог осуществить намеченную программу.

В эти трудные для него годы на помощь ему пришел И. П. Павлов. Он предоставил И. И. Иванову возможность провести опыты в своей лаборатории.

В фонде Ветеринарного управления имеется докладная записка И. И. Иванова, написанная им 24 апреля 1908 г. на имя начальника управления Ветеринарной службы МВД В. Ф. Нагорского. В ней он указывал, что И. П. Павлов предложил метод, позволяющий всесторонне исследовать физиологию половой функции животных и что в настоящее время он осуществляет в лаборатории И. П. Павлова программу исследований по физиологии размножения животных, намеченную еще в 1899 г. Далее И. И. Иванов пишет, что «полученные результаты вполне удовлетворительны, и я теперь имею возможность утверждать, что эта методика, в основе которой лежит наложение фистул, открывает широкий путь для целого ряда работ.

Кроме вышеизложенных опытов, мною ведется уже работа, имеющая целью получить возможность оплодотворять яйца млекопитающих вне организма. С этой целью в лаборатории академика Павлова мною приготовлена собака... Я думаю, что важность этих опытов не подлежит сомнению. Здесь скрывается ключ к разгадке многих вопросов...»[2].

Исследования И. И. Иванова, проведенные в лаборатории И. П. Павлова

---

[1] Центр. Гос. Исторический архив в Ленинграде, ф. 1302, оп. 9, д. 536 «Об учреждении и расходах на содержание физиологического отделения лаборатории Вет. упр. в 1908, 1909, 1910 гг.».

[1] И. П. Павлов. Полное собр. соч. Изд. 2, дополненное, т. VI, стр. 152—153.

[2] ЦГИА в Ленинграде, ф. 1302, оп. 9, д. 536, 1908, л. 13—17.

в 1907 — 1908 гг., имели большое значение.

Зоотехническое направление дальнейших исследований И. И. Иванова выходило за пределы основных научных проблем, разрабатывавшихся в лаборатории И. П. Павлова, и требовало организации специальной лаборатории с экспериментальной сельскохозяйственной базой, располагающей необходимыми подопытными домашними животными.

Перед И. И. Ивановым снова встала необходимость поисков экспериментальной базы и средств для организации своих исследований.

Департамент земледелия категорически отказал в какой-либо помощи, сообщив И. И. Иванову, что не предполагает проводить исследования в данном направлении[1].

Предложения И. И. Иванова по организации исследований в области биологии размножения животных нашли отклик у начальника Ветеринарного управления Министерства внутренних дел В. Ф. Нагорского.

В апреле 1908 г. В. Ф. Нагорский обратился к И. П. Павлову со следующим письмом:

«М. г. Иван Петрович.

Позвольте обратиться к Вам как физиологу, пользующемуся выдающимся авторитетом, с покорнейшею просьбою не отказать высказать Ваше мнение относительно работ И. И. Иванова...

Его работы, независимо от огромного научного их интереса, повидимому, открывают для практики скоторазведения широкие горизонты...

Но работы эти требуют необходимой обстановки и значительных материальных средств. Относясь с большим интересом к исследованиям г. Иванова, я весьма склонен поставить вопрос о материальной поддержке ему... Не будучи, однако, достаточно компетентным в вопросах физиологии, я для доклада об этом г. министру нуждаюсь в опоре своим предложениям людей высокой научной компетенции, что и вызвало это мое обращение к Вам, глубокоуважаемый профессор»[2].

Высоко оценивая исследования И. И. Иванова и уже тогда предвидя возможность их практической реализации в животноводстве, И. П. Павлов быстро откликнулся на это обращение и решительно поддержал предложение В. Ф. Нагорского организовать для исследований И. И. Иванова специальную лабораторию. Об этом свидетельствует письмо Павлова Нагорскому.

«СПб., 11 апреля 1908 г.

Милостивый государь
Валентин Феодосьевич

Исследования И. И. Иванова, о которых Вы желаете знать мое мнение, представляются мне вполне серьезными и очень важными в научном отношении, обещающими вместе с тем и большое прикладное значение. Было бы очень справедливо и целесообразно, если б И. И. Иванову, много лет настойчиво, несмотря на затруднения, разрабатывающему его тему, была предоставлена возможность спокойно и свободно продолжать свои работы в значительном размере, как они того вполне заслуживают.

Примите уверения в искреннем уважении и совершенной преданности.

Ив. Павлов»[1].

В докладной записке на имя министра внутренних дел[2] В. Ф. Нагорский свое ходатайство обосновывает мнением И. П. Павлова, В. В. Заленского и В. М. Шимкевича. При этом он приводит почти полный текст письма И. П. Павлова.

Мнение выдающихся ученых и это письмо сыграли решающую роль в дальнейшей деятельности И. И. Иванова.

В письме к И. П. Павлову от 9 мая 1908 г.[3] В. Ф. Нагорский выражает ему глубокую признательность за оказанную поддержку и сообщает, что министр разрешил открыть физиологическое отделение Ветеринарной лаборатории и назначил И. И. Иванова заведующим этим отделением. В архиве физиологического отделения Ветеринарной лаборатории нами обнаружено еще одно письмо И. П. Павлова, адресованное В. Ф. Нагорскому. Приводим полный текст этого письма[4].

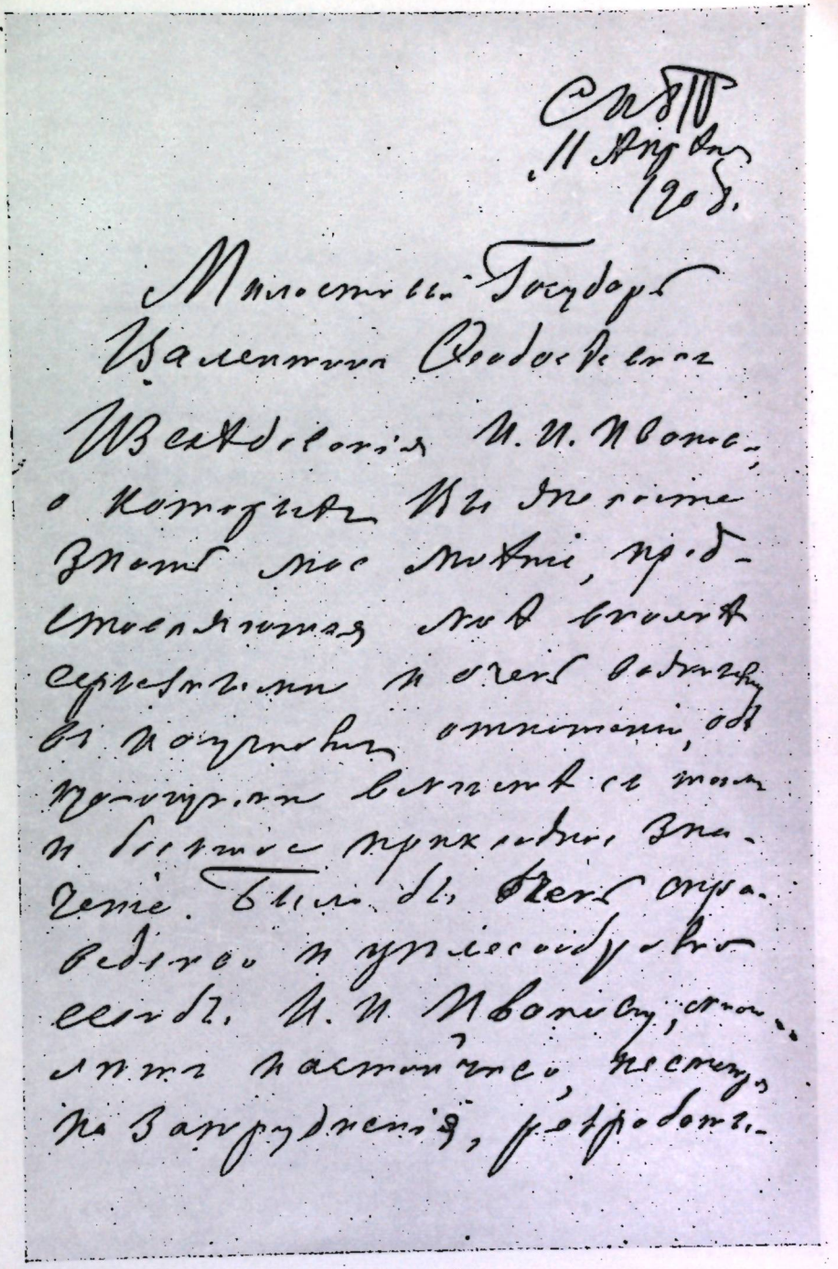
«С.-Петербург 22. I 1909 г.

Милостивый государь
Валентин Феодосьевич

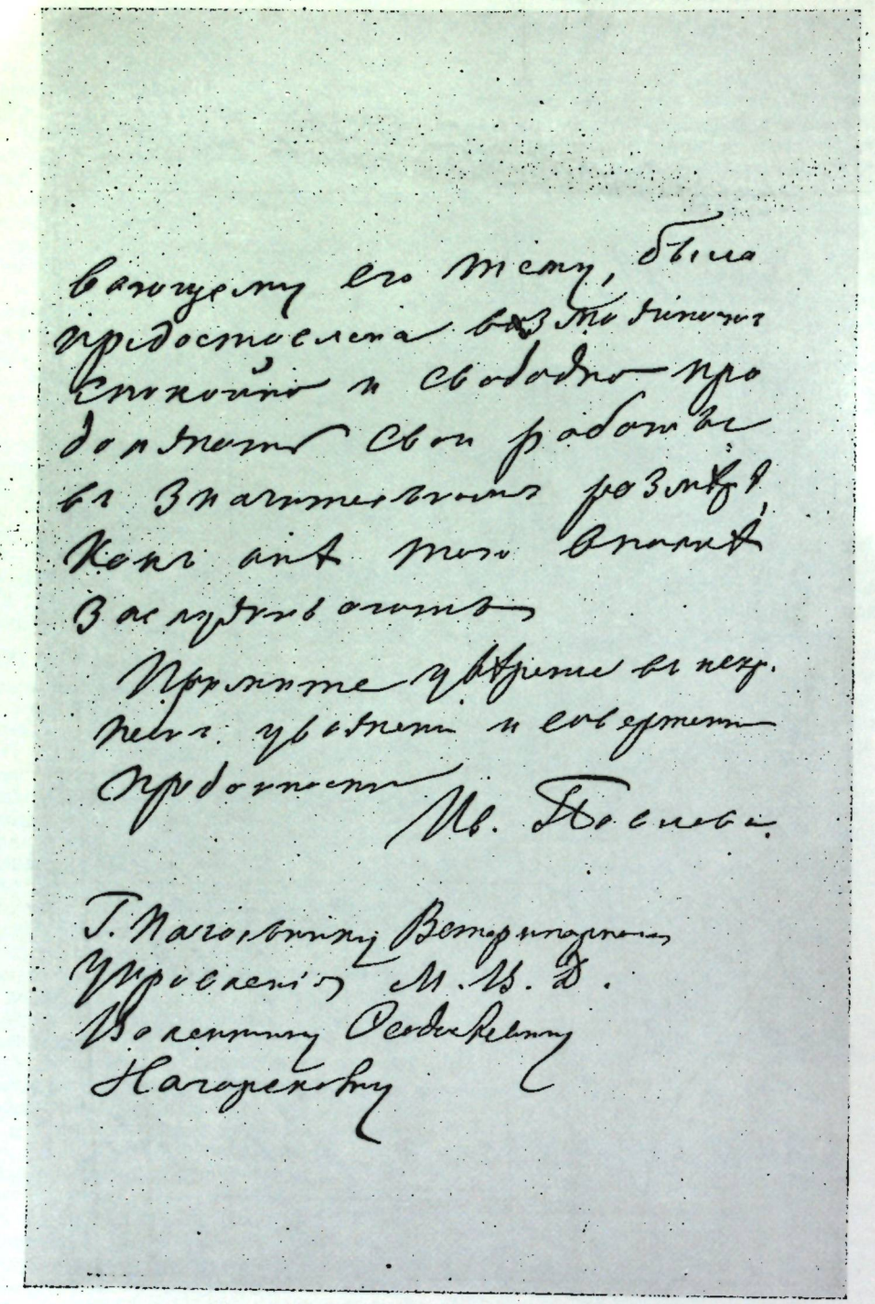
В ответ на Ваше обращение ко мне относительно д-ра К. И. Кржышковского

[1] ЦГИА в Ленинграде, ф. 1302, оп. 9, д. 536, 1908, л. 6.
[2] Там же, л. 4.

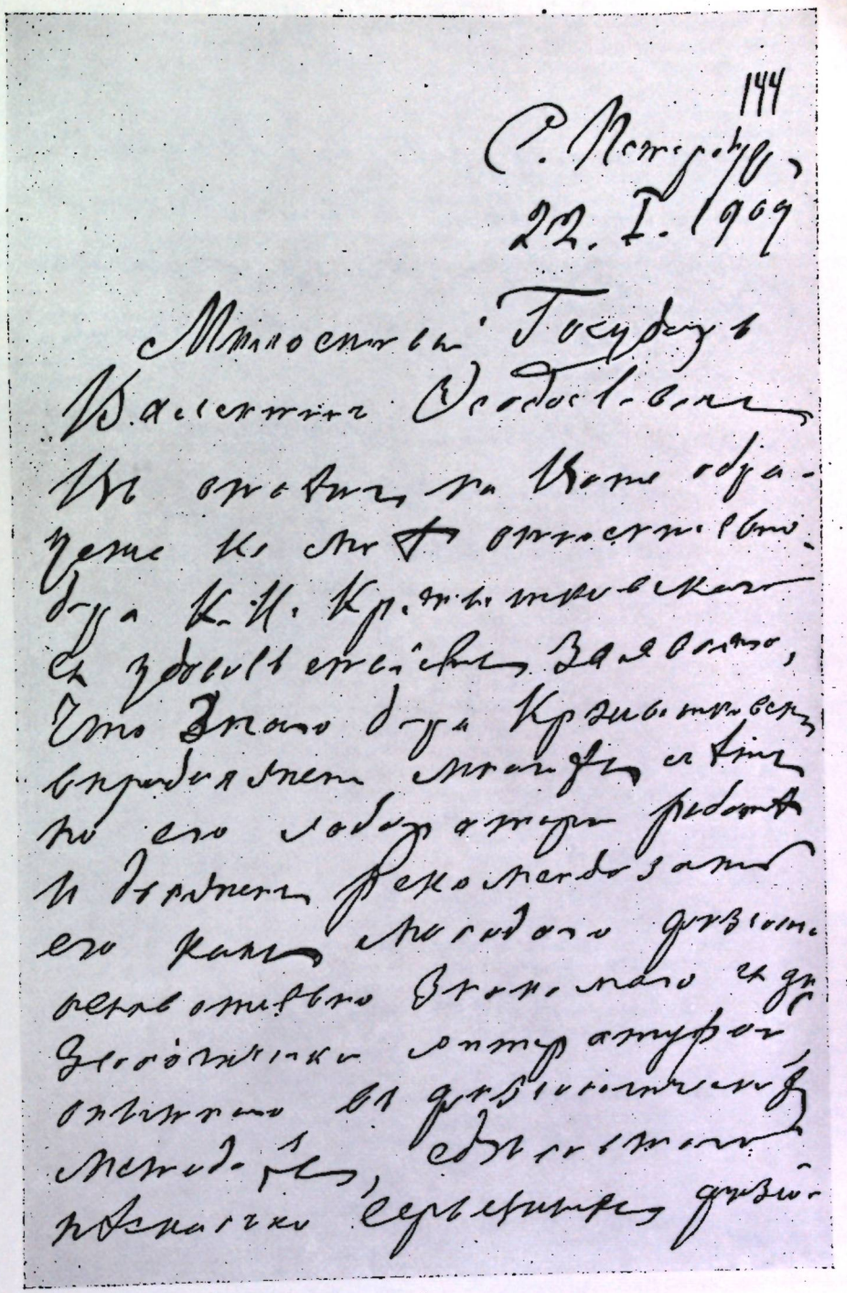
[1] Там же, л. 10.
В предисловии к книге И. И. Иванова «Искусственное оплодотворение домашних животных», изданной в 1910 г., В. Ф. Нагорский писал: «Выдающиеся специалисты-биологи — академик В. В. Заленский и профессор В. М. Шимкевич и наш знаменитый физиолог, академик И. П. Павлов, дали о работах г. Иванова весьма лестные отзывы». В подтверждение он привел высказывание И. П. Павлова по этому поводу из вышеприведенного письма, не упоминая, однако, где, когда и при каких обстоятельствах оно было сделано.
[2] Там же, лл. 26—29.
[3] Там же, лл. 24 и 25.
[4] Там же, л. 144.



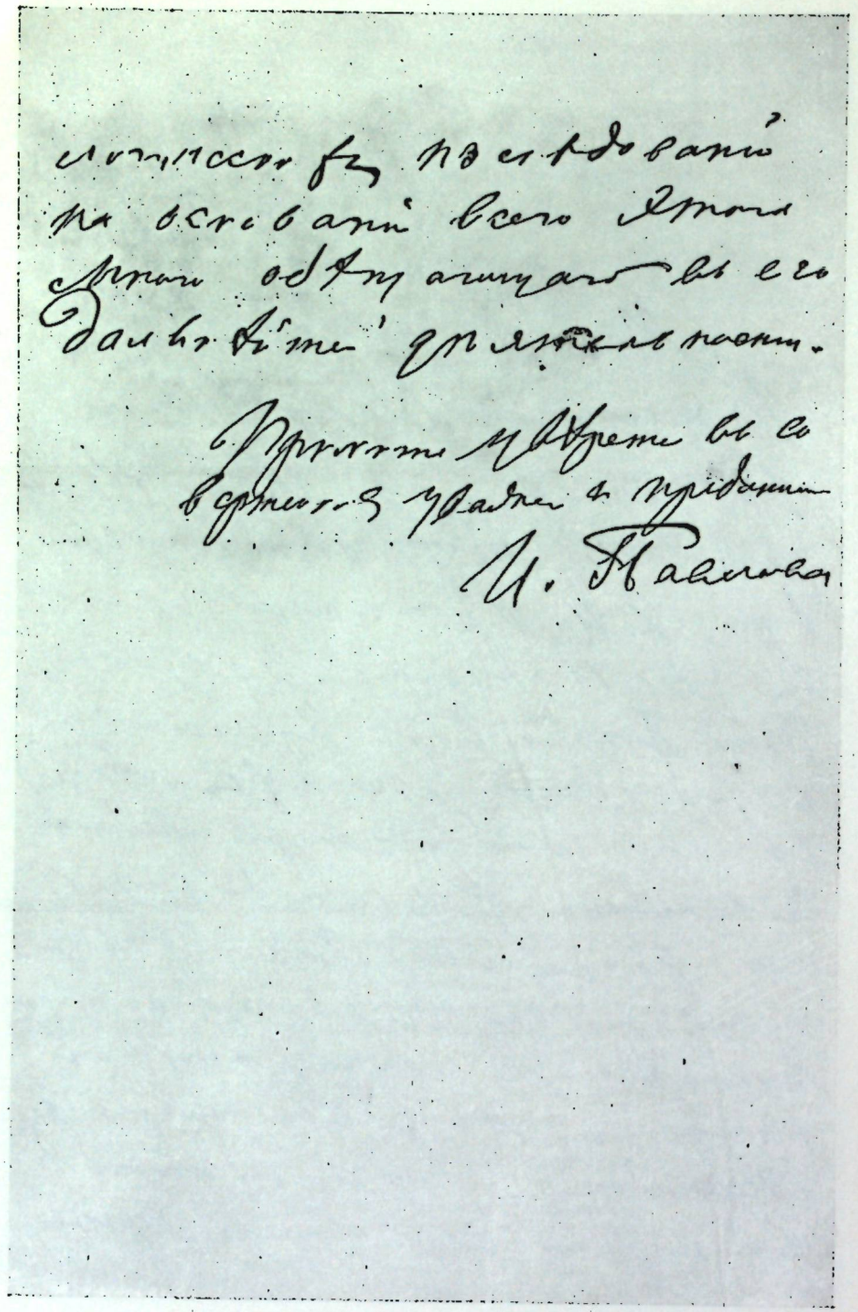
Факсимиле письма И. П. Павлова В. Ф. Нагорскому



Продолжение письма И. П. Павлова



Факсимиле письма И. П. Павлова В. Ф. Нагорскому



Продолжение письма И. П. Павлова

с удовольствием заявляю, что знаю д-ра Кржышковского в продолжении многих лет по его лабораторной работе и должен рекомендовать его как молодого физиолога, основательно знакомого с физиологической литературой, опытного в физиологических методах, сделавшего несколько серьезных физиологических исследований. На основании всего этого, много обещающего в его дальнейшей деятельности.

Примите уверение в совершенном уважении и преданности

И. Павлов».

По этой рекомендации К. И. Кржышковский был зачислен в физиологическое отделение Ветеринарной лаборатории и под руководством профессора И. П. Иванова выполнил ряд ценных исследований.

Важно отметить, что прозорливый ум И. П. Павлова не только оценил большое научное значение исследований И. И. Иванова, но уже на первых этапах его работы предсказал, что они «обещают вместе с тем большое прикладное значение» для животноводства. И действительно, последующие исследования И. И. Иванова и его учеников, развернувшиеся, особенно широко в советский период, и разработанные ими совершенные методы искусственного осеменения сельскохозяйственных животных нашли массовое применение в практике социалистического животноводства. В настоящее время метод искусственного осеменения применяется в колхозах и совхозах ежегодно на десятках миллионах овец, коров и лошадей, как одно из важных государственных зоотехнических мероприятий, направленных на подъем животноводства в нашей стране.

П. И. Скаткин

О РУКОПИСНОМ НАСЛЕДИИ Д. Н. АНУЧИНА

Научное наследие академика Дмитрия Николаевича Анучина, сосредоточенное в различных архивохранилищах Москвы и Ленинграда, отделах рукописей библиотек, музеях и других научных учреждениях Советского Союза, огромно.

Значительная часть рукописей Д. Н. Анучина по вопросам географии, антропологии, истории, этнографии и доисторической археологии, конспекты и планы лекций, докладные записки, материалы научно-педагогической деятельности, частная и официальная переписка, почетные дипломы и грамоты Анучину от русских и иностранных учреждений и обществ и др. — находятся в Государственной ордена Ленина библиотеке им. В. И. Ленина (12 000 л.).

В отделе рукописей Научной библиотеки имени А. М. Горького Московского университета имеются конспекты лекций Д. Н. Анучина по физической географии, деловая переписка с начальником Гидрографической экспедиции Западно-Сибирского района Северного Ледовитого океана Б. Вилькицким (1918 г.); проект капитана И. Н. Эльпорта, действительного члена Географического общества, «О прорытии канала через полуостров Ямал для соединения Обской губы с Карским морем»; черновые наброски оценки Д. Н. Анучиным этого проекта; рукопись Е. Козловой «Поездка в Монголию. Тункинский тракт и озеро Косогол».

В той же университетской библиотеке хранится 1998 книг, принесенных Д. Н. Анучиным в дар университету. В библиотеке Московского общества испытателей природы имеется большая библиографическая редкость — литографированные лекции «Чтения экстраординарного профессора Рулье во втором сводном курсе математического естественного отделения Московского университета» (1850), преподнесенный библиотеке в дар академиком Д. Н. Анучиным[1].

В Центральном государственном литературном архиве СССР находятся «Воспоминания» Д. Н. Анучина (40—70-х годов XIX в.) о прошлом Москвы, о Московском университете и его профессуре[2], о студенческих годах самого Д. Н. Анучина, а также его письма П. А. Ефремову (1899 г.), 15 писем В. Ф. Миллеру (1882—1910 гг.), два П. Н. Сакулину (1906, 1922 гг.), П. Г. Шибанову (1916 г.) и др.

Этим далеко не исчерпывается обширнейшее рукописное наследие Д. Н. Анучина: часть материалов и документов можно найти также в Архиве Академии наук СССР (письма Анучина Н. А. Умову, В. И. Вернадскому, А. Н. Северцову, В. Л. Комарову, П. Н. Лебедеву, В. В. Докучаеву и другим ученым), в делах Географического общества СССР в Ленинграде и других научных обществах, активным членом которых был Д. Н. Анучин.

[1] См. «Научные работы студентов Московского университета». Изд-во МГУ, 1949, стр. 134.

[2] Отдельные выдержки из «Воспоминаний» Д. Н. Анучина о профессорах К. Ф. Рулье, А. П. Богданове, С. А. Усове публиковались в книгах: Д. Н. Анучин. Избранные географические работы. М., 1949 г.; В. А. Есаков. Д. Н. Анучин и создание русской университетской географической школы. М., Изд-во АН СССР, 1955 г.

Хотелось бы обратить особое внимание исследователей на эпистолярную часть этих фондов.

Огромная переписка на русском, французском, испанском, итальянском и польском языках в Отделе рукописей Государственной библиотеки имени В. И. Ленина представляет собой исключительный интерес как по составу корреспондентов, так и по самой тематике. Она указывает на непосредственное общение Д. Н. Анучина с представителями различных областей науки, литературы и искусства.

В числе многочисленных корреспондентов Д. Н. Анучина находим имена таких ученых, как А. П. Богданов, А. А. Борзов, А. Ф. Бычков, А. И. Воейков, П. К. Козлов, А. П. Карпинский, Ф. И. Буслаев, Н. А. Каблуков, В. О. Ковалевский, Ф. Е. Корш, А. А. Крубер, И. И. Мечников, В. Ф. Миллер, И. М. Сеченов, А. И. Соболевский, К. А. Тимирязев, Д. М. Петрушевский, М. М. Покровский, А. Н. Пыпин, Д. Н. Ушаков, Ф. Ф. Фортунатов, Ю. М. Шокальский и другие, таких крупнейших путешественников и исследователей, как Г. Е. Грум-Гржимайло, П. К. Козлов, Г. Н. Потанин, П. П. Семенов-Тяншанский, А. П. Федченко, а также писателей — В. Г. Короленко, Д. Н. Мамина-Сибиряка, А. П. Чехова, Генриха Сенкевича; в числе общественных и политических деятелей — Н. А. Морозова, А. Ф. Кони, Ф. Ф. Эрисмана и других. Среди иностранных корреспондентов Анучина в разное время были: Ф. Нансен, Э. Гекель, Р. Вирхов, Е. Дюбуа, Э. Реклю, Л. Бюхнер, И. Боргман, А. Браунер и другие.

Ценность этой переписки очень велика: она затрагивает ряд вопросов из области антропологии, естествознания и археологии, научных экспедиций (письма Л. С. Берга, Л. И. Гондатти, П. К. Козлова, П. П. Семенова-Тяншанского); знакомит с различными сторонами жизни и деятельности крупных ученых (письма И. И. Мечникова о его работе в Пастеровском институте, письма В. И. Вернадского о создании Национального естественного музея в Москве).

Н. Морозов писал Д. Н. Анучину о о том, что его, Морозова, за книгу «Звездные песни» привлекают к ответственности по обвинению в «дерзостном неуважении» к властям и призыв к их ниспровержению. Заслуживают внимания письма В. Г. Короленко по поводу широкой организации издания книг и брошюр, имеющих целью политическое развитие народа, письма Д. Н. Мамина-Сибиряка о поездках по Уралу, датированные 1888 г.

Вступая в переписку со своими корреспондентами, Д. Н. Анучин, большой знаток в области археологии и этнографии, с увлечением вербовал для науки новые и новые кадры из любителей; в числе последних оказалось немало писателей: И. Тан-Богораз, Д. Н. Мамин-Сибиряк, А. П. Чехов и другие. Д. Н. Анучин не упускал при этом случая заинтересовывать таких любителей работой научных обществ, инструктировать их о научных изысканиях, ставить отчеты и сообщения их на заседаниях обществ, предлагать их кандидатуры в действительные члены Археологического общества или Общества любителей естествознания.

Так, по предложению Д. Н. Анучина, был избран в члены Московского археологического общества Д. Н. Мамин-Сибиряк, исследовавший впоследствии различные места Северного, Среднего и Южного Урала, результатом чего явились его доклады Московскому археологическому обществу и постоянные сообщения сведений по археологии из Приуралья, равно как содействие членам общества, работавшим в его округе.

По предложению Д. Н. Анучина был избран членом географического отделения Общества любителей естествознания А. П. Чехов. По просьбе Анучина А. П. Чехов дал для сборника «Помощь голодающим» очерк «Беглые на Сахалине», составивший XXII главу его книги «Остров Сахалин».

Не меньший интерес для исследователя представляют письма Д. Н. Анучина к брату Михаилу из-за границы (1861—1863 гг.) и дальнейшая переписка с ним (1881—1899 гг.), а также дневники ученого разных лет (1862, 1891—1914, 1921—1923 гг.), хранящиеся в архиве Государственного Московского Исторического музея. Они, как и «Воспоминания», дают возможность проследить формирование научного мировоззрения Анучина, его страстное увлечение естествознанием, влияние на него революционных демократов В. Г. Белинского, А. И. Герцена, Н. А. Добролюбова, а также крупнейших ученых — Д. И. Менделеева, И. М. Сеченова и других; здесь же имеется весьма ценный материал об отношении Д. Н. Анучина к Обществу акклиматизации, где дважды он избирался на должность ученого секретаря (в 1871 и 1874 гг.), о научно-преподавательской деятельности его в Московском университете (с 1876 г.), избрании его президентом Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии (1890 г.), его первых научных экспедициях и изысканиях (1894 г.); тут же хранятся черновые наброски речей Д. Н. Анучина по организации Географического института (1917—1918 гг.) и при открытии польско-русского съезда в Москве (1906 г.), различные выписки, конспекты лекций и семинаров по физической географии, портреты русских и иностранных ученых.

Эпистолярная часть научного наследия Д. Н. Анучина огромна, она ждет научной обработки и опубликования, равно как и другие указанные выше архивные материалы.

И. В. Федоров

К ИСТОРИИ КОНСТРУИРОВАНИЯ ПОДВЕСНЫХ КАНАТНЫХ ДОРОГ В РОССИИ (70-е годы XIX в.)

Подвесные канатные дороги составляют в настоящее время одну из наиболее распространенных групп внутрипромышленного транспорта.

Относительно простые по исполнению и удобно приспосабливаемые к любому рельефу местности, не требующие при постройке выполнения больших по объему земляных работ и возведения дорогостоящих искусственных сооружений, предполагающие возможность всесторонней механизации и автоматизации процессов погрузки, перемещения и выгрузки доставляемых грузов, они широко применяются в различных отраслях производства, особенно когда затруднено устройство и использование наземных рельсовых и безрельсовых путей.

Появление прообразов подвесных канатных дорог — одноканатных и двухканатных переправ через реки и ущелья в горных районах Восточной и Юго-Восточной Азии и Южной Америки — относится к глубокой древности[1]. Началом XV в. датируются первые известия о подвесных канатных переправах в Западной Европе[2]. Но только много позднее, ко второй половине XIX в., впервые вводятся в эксплуатацию простейшие подвесные канатные дороги промышленного типа, и лишь с 60-х годов того же столетия в Англии, Германии и США постепенно развертывается строительство таких дорог применительно к двум основным конструктивным схемам (одно- и двухканатной), сохранившим принципиальное значение на протяжении многих лет до наших дней[3].

Это строительство привлекло серьезное внимание русских инженерных и деловых кругов.

«Отечество наше,— писал один из крупных специалистов транспортного дела того времени,— более чем другая европейская страна нуждается в специальных и дешевых перевозочных средствах. Мы видим, что во многих губерниях существует и даже очень много дорог, по которым весною и осенью положительно нет проезда; кроме того, часто встречается надобность в устройстве временной только дороги или заводской дороги по местности болотистой, пересеченной реками или изрытой оврагами. В этом случае висячие [подвесные] дороги могут оказать чрезвычайную услугу.

С одной стороны, заманчивая дешевизна устройства и эксплуатации этих дорог, а с другой — резко ощутительная потребность вообще в перевозочных средствах были причиною того, что введение у нас проволочных [подвесных канатных] дорог возбудило всеобщий интерес и было всеми приветствуемо с большим сочувствием. Самым главным соблазном являлось в проволочных дорогах то, что дороги эти воздушные, т. е. находящиеся вне прямой зависимости от профиля материка и, следовательно, не требующие дорогих насыпей, выемок и мостов»[1].

Первая в России подвесная канатная дорога была сооружена в 1870—1871 гг. у станции Покровское Московско-Нижегородской железной дороги. Выполненная применительно к одноканатной системе подвесных дорог Ходжсона, она имела длину около 9 км, была построена на неудобной для проезда заболоченной местности и обслуживала вывозку дров с лесосек к пунктам погрузки в железнодорожные вагоны. Ее бесконечный канат, с которым скреплялись подвесные грузовые вагонетки, приводился в движение стационарной паровой машиной мощностью 25 л. с. и поддерживался несущими роликами на деревянных опорах, размещавшихся с интервалами 90—95 м. Скорость движения каната равнялась примерно 7 км/час; часовая производительность дороги не превышала 50 тонн.

---

[1] G. Dieterich. Die Erfindung der Drahtseilbahnen. Leipzig, 1908; G. Zimmer. The Progenitors of Modern Handlind Dewices «Cassier's Engineering and Industrial Management» (London), vol. LXXIII, 1927, №№ 2—5.

[2] G. Dieterich. Die Erfindung der Drahtseilbahnen. Leipzig, 1908; P. Stephan. Drahtseilbahnen (Schwebebahnen). 4. Auflage. Berlin, 1926.

[3] К 1871 г. в западноевропейских странах и в их азиатских колониях насчитывалось около сорока подвесных канатных дорог («Журн. Мин-ва путей сообщения», 1871, кн. 5), в том числе—до тридцати одноканатных, выполненных применительно к английской системе Ч. Ходжсона и признававшихся более простыми и более дешевыми по сравнению с двухканатными дорогами, тогда же предложенными в Германии Ф. Дюкером. Однако, уступая двухканатным дорогам по производительности и по надежности работы, одноканатные дороги в дальнейшем утратили первенствующее значение, и в практике последующего строительства преимущественное распространение получили конструкции двухканатных подвесных дорог, усовершенствованные Т. Обахом, А. Блейхертом и др. (См. К. Коковцев. Канатные железные дороги. СПб., 1885; F. M. Feldhaus. Zur Geschichte der Drahtseilschwebebahnen. Berlin, 1911; P. Stephan. Drahtseilbahnen (Schwebebahnen). 4. Auflage. Berlin, 1926).

[1] Н. Сытенко. Дешевые перевозочные средства. 1-й отдел. Висячие дороги. СПб., 1878.

В 1872 г. на московской ситцепечатной фабрике А. Гюбнера у Девичьего поля вступила в эксплуатацию вторая по времени осуществления подвесная одноканатная дорога, пересекавшая Москву-реку и соединявшая фабричную котельную с заречным дровяным складом. Она имела привод от локомобиля и состояла из двух участков — основного стационарного и загрузочного радиально-подвижного, допускавшего отклонения в плане в пределах до 15° от продольной оси и перемещавшегося по территории склада, по мере того как происходило расходование дров из штабелей. Общая длина ее составляла 425 м[1].

Обе упомянутые дороги, сооруженные иностранцем, повторяли далеко не лучшие заграничные образцы, хотя применение их, по свидетельству современников, давало трехкратное уменьшение стоимости транспортных операций в сравнении с гужевыми перевозками. Между тем в тот же период велась разработка двух отечественных конструкций подвесных канатных дорог: трехканатной подвесной дороги («канатно-металлического пути») П. П. Мосолова и двухканатной подвесной дороги с подвижными двигателями («новой системы паровой проволочной дороги») Х. Я. Таля, представлявших несомненный технический интерес. Они содержали оригинальные конструктивные решения, но разделили впоследствии судьбу многих других забытых русских изобретений.

Модель дороги Мосолова экспонировалась в Петербурге на Всероссийской мануфактурной выставке 1870 г. Через год Мосолов получил на свое изобретение десятилетнюю привилегию, а в 1872 г. в Москве за Спасской заставой был построен опытный участок дороги протяженностью около 2 км. Позднее такая же дорога протяжением 150 м была сооружена на вагоно-механическом заводе московской Комиссаровской технической школы для доставки поковок со склада при кузнице в слесарную мастерскую[2].

Разработанная Мосоловым конструкция подвесного пути (рис. 1) имела по два несущих каната *1* для каждого направления движения, поддерживавшихся желобчатыми подкладками-башмаками *2* на деревянных опорных столбах *3*. Весь путь составлялся из последовательно расположенных коротких участков с отдельными отрезками канатов. Каждый такой отрезок жестко закреплялся к основанию одной из смежных опор, огибал направляющий блок у ее вершины и через отверстие в башмаке выводился в пролет дороги. На противоположной опоре он подобным же образом направлялся книзу на барабан ручной натяжной лебедки *4*, с помощью которой в необходимых случаях осуществлялось регулирование его натяжения. Длина одного отрезка несущего каната, соответствовавшая длине путевого участка и равная расстоянию между опорами, не превышала 100 м.

Перемещавшиеся по подвесному пути грузовые вагонетки *5* подъемной силой 1,5 т с четырьмя двухребордными колесами *6*, попарно насаженными на сквозные оси *7*, приводились в движение бесконечным тяговым канатом *8*, заклинивавшимся в вилках *9* вагонеточных кузовов. В отличие от коротких составных несущих канатов, неразрезной тяговый канат в пределах одного тягового участка мог иметь длину, достигавшую нескольких километров.

В концевых пунктах участка он проходил по приводному и оборотному блокам *10*, а на линии — при провисании между вагонетками — поддерживался вспомогательными роликами *11*.

На промежуточных станциях дороги, у которых размещались паровые двигатели приводных устройств,—в местах сопряжения одного тягового участка с другим,—вагонетки автоматически отсоединялись от тягового каната и поступали с канатного подвесного пути *1* на наклонный рельсовый путь *12*. Продолжая двигаться под действием силы собственного веса, они проходили ниже уровня блоков *10* к накладным рельсам *13*, имевшим обратный наклон, и бесконечным ремнем или цепью с захватами *14* подавались на несущие путевые канаты смежного участка с той же скоростью, с какой двигался тяговый канат. В случаях, когда на станции предполагалось проведение погрузочно-разгрузочных работ, накладные рельсы *13* отклонялись кверху, и вагонетки направлялись на горизонтальный станционный путь *15*.

Почти одновременно с Мосоловым,— 7(19) апреля 1872 г.,— петербургский инженер Х. Я. Таль возбудил перед Департаментом торговли и мануфактур ходатайство о выдаче ему привилегии на «новой системы паровую проволочную [канатную подвесную] дорогу», предназначавшуюся для обслуживания транспортных операций на лесоразработках и для перевозки грузов на фабрично-заводских территориях, а также для обслуживания нужд местного пассажирского транспорта[1].

[1] «Журн. Мин-ва путей сообщения», 1871, кн. пятая.

[2] Канатно-металлический путь системы П. П. Мосолова. М., 1872; Привилегия № 10, выданная 12(24) марта 1871 г. П. Мосолову на усовершенствования в устройстве проволочных путей. «Свод привилегий, выданных в России в 1871 году по Департаменту торговли и мануфактур», СПб., 1872.

[1] Привилегия № 14, выданная 31 августа (12 сентября) 1873 г. Х. Талю на новой системы паровую проволочную дорогу. «Свод привилегий, выданных в России в 1873 году по Департаменту торговли и мануфактур». СПб., 1875.

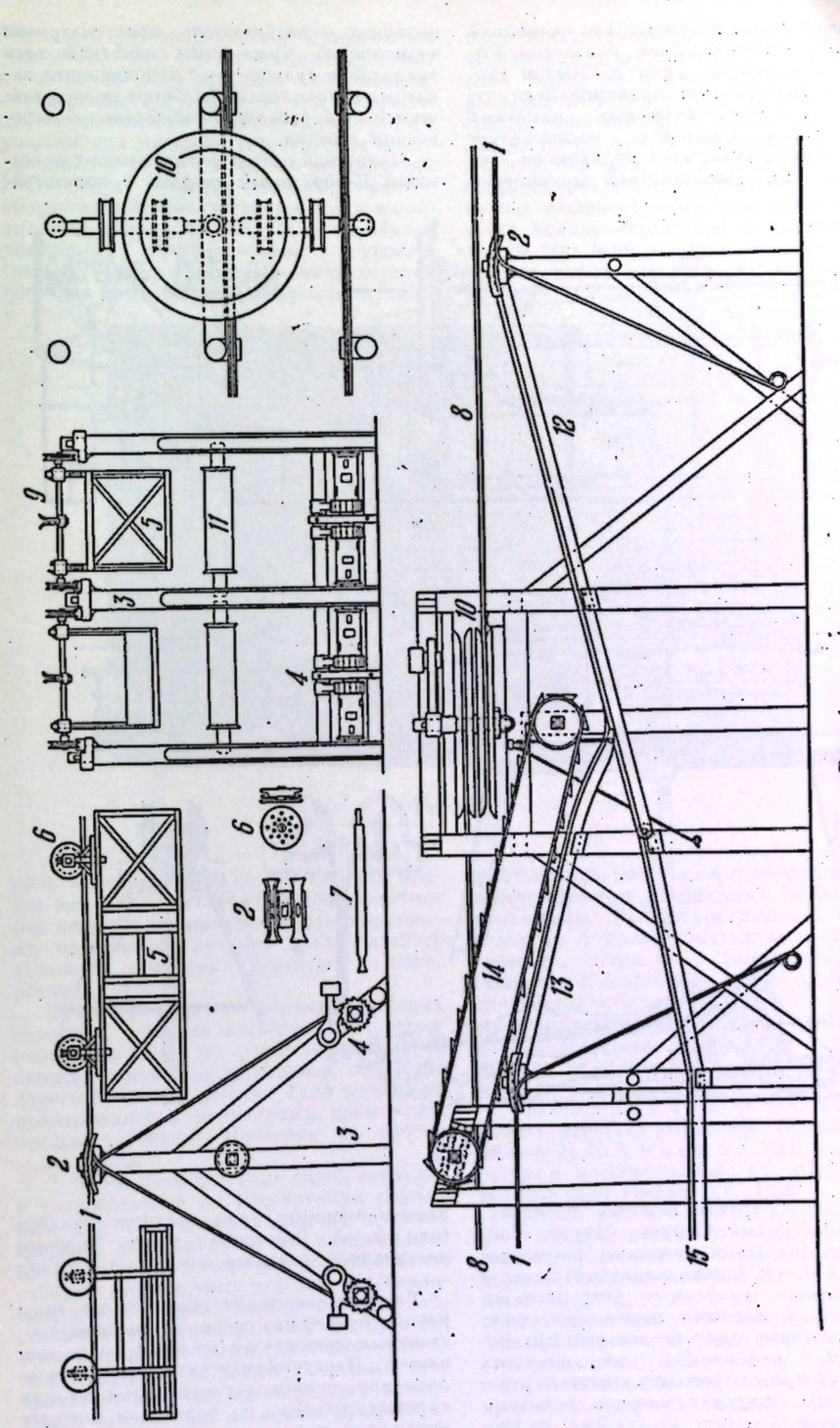


Рис. 1.

Дорога Таля, положительно оцененная Технико-инженерским комитетом Управления железных дорог и Советом торговли и мануфактур, принципиально отличалась от всех подвесных канатных транспортных установок, осуществленных или предлагавшихся со времени получения им десятилетней привилегии

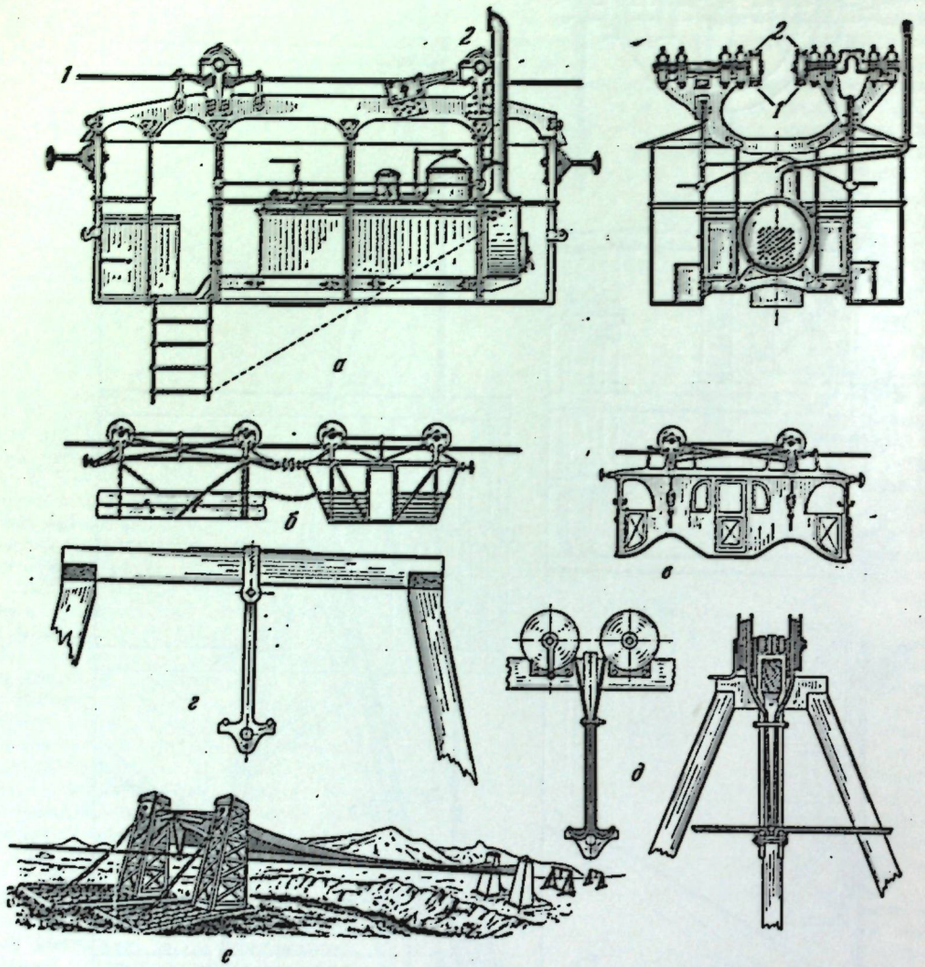


Рис. 2.

в 1873 г. Сохранив, подобно Мосолову, секционный подвесной путь с двумя сближенными несущими канатами («путепроводами») *1*, он заменил тяговый канат и стационарные приводные устройства небольшими подвесными паровозами, каждый из которых имел по два ведущих колеса *2*, насаженных на полуосях (рис. 2, *а*), и мог перевозить составы грузовых и пассажирских вагонов полезным весом около 50 т (рис. 2, *б* и 2, *в*) со скоростью до 12 км/час. Лишь в исключительных случаях,—при движении по крутым подъемам,—изобретатель предусматривал возможность применения канатной тяги «наподобие туэров»[1] — с неподвижным канатом, закрепленным к опоре и навивавшимся на барабаны вспомогательной паровогной лебедки.

Подвесной путь дороги Таля поддерживался П-образными опорами с кронштейнами («якорями») для несущих канатов (рис. 2, *г*). Расстояния между опорами назначались равными 30—40 м. Длина

[1] Туэрами называли специальные типы речных буксирных судов, не имевших собственных движителей (гребных колес или винтов). Передвижение туэров осуществлялось при помощи установленных на них паровых лебедок, по барабанам которых проходили канат или цепь, укладывавшиеся на дне реки и закрепленные концевыми якорями.

отдельных участков канатов принималась равной 125—250 м (такое секционирование представляло, по мнению изобретателя, определенные удобства как при постройке дороги, позволяя использовать уже готовые участки для доставки строительных материалов, так и при демонтаже ее, допуская постепенную вывозку демонтированного оборудования). Концы канатов, как и в проекте Мосолова, закреплялись на барабанах натяжных регулировочных устройств (рис. 2, *д*). В местах пересечения дорогой широких оврагов, ущелий и рек предусматривалось сооружение легких висячих мостов (рис. 2, *е*), а на станциях, в пределах которых несущие канаты заменялись рельсовыми подвесными путями, предполагалась установка стрелочных переводов и поворотных кругов.

Обе рассмотренные системы подвесных канатных дорог не получили распространения. Не была, по существу, завершена окончательная конструктивная отработка дороги Мосолова. Дорога Таля вообще не испытывалась в нормальных производственных условиях[1]. Проверка ее работы проводилась только на большой действующей модели, представленной в горнозаводском отделе Московской политехнической выставки 1872 г. (рис. 3). И хотя настоятельно ощущавшаяся промышленностью России потребность в подвесных канатных дорогах обусловила в дальнейшем все возраставшее строительство их, отечественное машиностроение того времени, вообще крайне стесненное в технико-экономических возможностях освоения производства новых типов машин и устройств, не было привлечено к проектированию и изготовлению необходимого оборудования[1], а отечественные изобретения не были использованы. Распространившееся в 90-х годах на топливодобывающие, металлургические, цементные, химические, текстильные и некоторые другие предприятиях[2] строительство это до 20-х годов текущего столетия велось иностранными специализированными фирмами без участия русских машиностроительных заводов[3].



Рис. 3.

[1] Через пять лет Таль снова вернулся к разработанной им конструкции подвесных дорог, предложив замену путевых несущих канатов рельсами специального профиля и предусмотрев использование съемных вагонеточных кузовов, устанавливавшихся в пунктах перегрузки непосредственно на открытый подвижной состав наземной широкой колеи (привилегия № 45 от 14 (26) июня 1878 года). Однако и этот проект не получил практического применения, так же как не нашли применения в последующее время разработанные в России проекты электрических подвесных железных дорог.

[1] Жосницкий. О канатных подвесных дорогах. «Инженер» (Киев), 1883, № 7—8; П. К. Худяков. Машины, аппаратура и машиностроение. Сб. «Производительные силы России». Сб., 1896.

[2] Канатно-проволочные дороги. По данным ф. Блейхерт. Данные дополнены для условий строительства этих дорог в России инженером Эйхнер (в Харькове). М., 1899; В. Рулев. Доклад о новейших проволочно-канатных дорогах. (Отдельный оттиск из журнала «Вестник общества технологов»). Спб., 1904; А. Н. Митинский. Металлические части Сучанской проволочно-канатной дороги. Спб., 1905.

[3] В 1904 г. на промышленных предприятиях России (включая прибалтийские районы) насчитывалось свыше 80 под-

«Канатно-металлический путь» Мосолова и «паровая проволочная дорога» Таля были непризнаны и забыты.

Многое из того, что составляло их отличительные особенности (разделение подвесного канатного пути на короткие смежные участки, использование ручных регулировочных устройств для несущих канатов и пр.), оказалось отвергнутым эксплуатационной практикой.

Но оба изобретения сохранили значительный интерес как прототипы последующих, более совершенных средств подвесного канатного транспорта. В конструкции дороги, предложенной Мосоловым, была успешно осуществлена одна из самых ранних попыток механизированного перемещения вагонеток, отключаемых на станциях от тягового каната. Принятое в той же конструкции сочетание реверсируемого тягового каната и двухниточного подвесного пути было повторено затем в 1873 г. для первой пассажирской подвесной дороги, построенной Т. Обахом по патенту 1871 г. на Всемирной выставке в Вене[1], и сохранилось в современных типах пассажирских канатных подвесных дорог. Пятью десятилетиями позднее на предприятиях угольной промышленности США были введены грузовые автоматические канатные дороги с двумя несущими канатами для каждого из направлений движения, с бесконечным тяговым канатом и с четырехколесными вагонетками[2]. Равным образом, идея применения подвижных двигателей, предложенная Талем, получила дальнейшее развитие в конструкции пассажирской подвесной канатной дороги, сооруженной в Болонье в 1933 г., а также в специальных конструкциях полевых канатных дорог и переправ, использовавшихся в период второй мировой войны.

В. И. Остольский

весных канатных дорог. К началу первой мировой войны общая длина канатно-подвесной дорожной сети на этих предприятиях достигла 190 км, составив около 10% от общей протяженности ее в странах Западной Европы и в США.

[1] Pohlig Seilbahnen-und Förderanlagen A. G. Selbahnen für Personenvekehr. 60 Jahre Seilbahnbau (1871—1931). Katalog № 1459. Wien, 1931.

[2] А. И. Дукельский. Подвесные канатные дороги. 2-е изд., Л., 1938.

НЕОПУБЛИКОВАННЫЕ ЧЕРТЕЖИ РУССКИХ ЛЕСОПИЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ XVII в.

Возникновение и развитие механической обработки дерева является одним из малоизученных вопросов в истории русской строительной техники.

Несмотря на то что пилы были известны на Руси с глубокой древности, а в XVII в. применялись уже довольно широко[1], основным орудием для обработки дерева вплоть до конца XVII в. продолжал оставаться топор. Доски также изготовлялись путем продольного раскалывания и обтесывания бревен. Это приводило к увеличению стоимости досок по сравнению с другими лесными материалами.

В XVII в. развитие экономики и расширение объема строительства повлекли за собой резкое увеличение потребности в лесных материалах. В связи с этим на протяжении XVII в. неоднократно предпринимались попытки введения механической продольной распиловки леса.

Так, Исаак Масса в 1624 г. просил разрешения на устройство пильных мельниц по Северной Двине с целью вывоза досок за границу[2].

Однако сведений о постройке этих мельниц не сохранилось. Во второй половине XVII в. существовали пильные мельницы на р. Вавчуге (недалеко от Архангельска), принадлежавшие Баженицным; известно, что эти мельницы в 1694 г. осматривал Петр I[1].

Наконец, имеются указания о постройке в 1676 г. под Москвой пильной мельницы «для растирки (распиловки.— *А. У.*) тесу и досок[2]».

Все эти отдельные начинания не получили вплоть до конца XVII в. широкого распространения. Следует отметить, что сведения о перечисленных пильных мельницах в литературе слишком скудны и отрывочны. Не имеется ни подробных описаний, ни тем более чертежей, по которым мы могли бы судить об устройстве и технологии производства этих первых русских промышленных предприятий по обработке лесных материалов.

В самом конце XVII в. дальнейшее расширение строительства, а также быстрое развитие отечественного судостроения повлекли за собой введение в широких масштабах продольной распиловки леса.

В эти годы в России было пущено несколько механических лесопильных предприятий.

[1] Известно, например, что только в январе 1636 г. в Сибирь через Устюг Великий было отправлено 50 пил (Таможенные книги Московского государства, т. I, М.—Л. 1950, стр. 276).

[2] См. Б. Г. Курц. Сочинение Кильбургера о русской торговле в царствование Алексея Михайловича. Киев, 1915, стр. 289.

[1] Там же.

[2] Ф. Я. Нестерук. Водное строительство Москвы, М., 1950, стр. 261—263, 306.

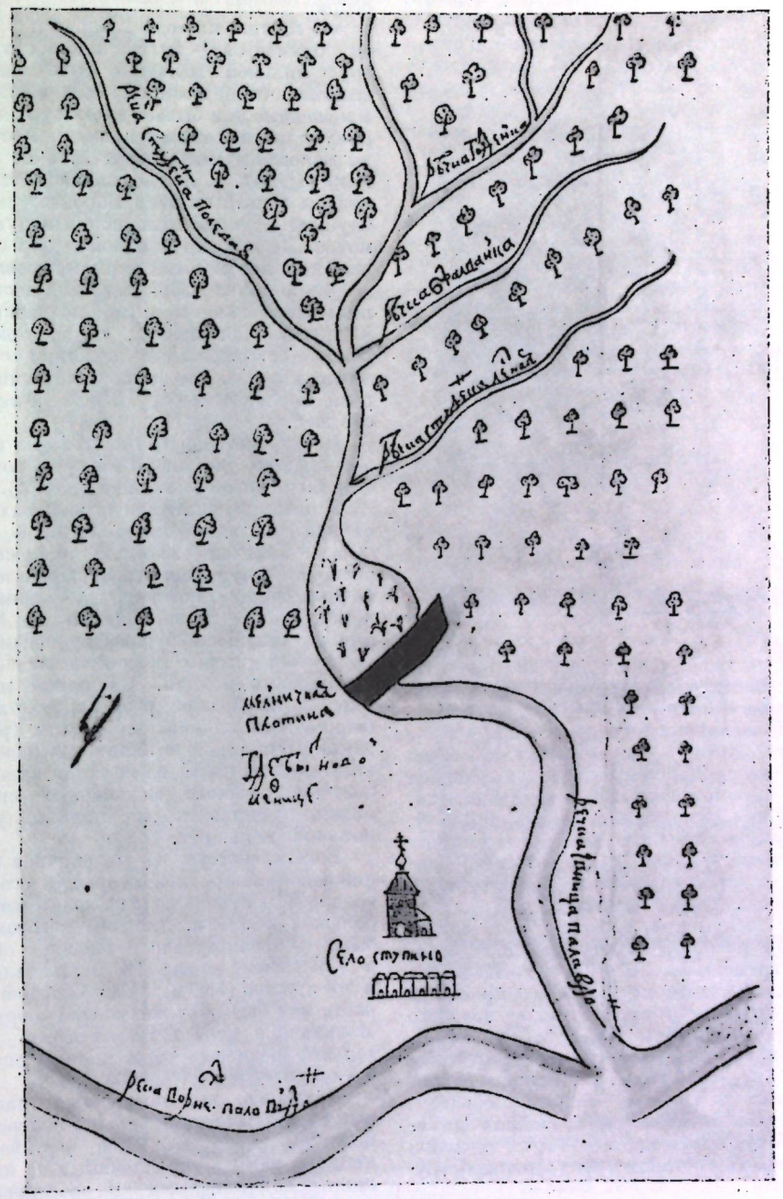


Рис. 1. План местности в районе Воронежа, где было намечено построить пильную мельницу

(ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, л. 4)

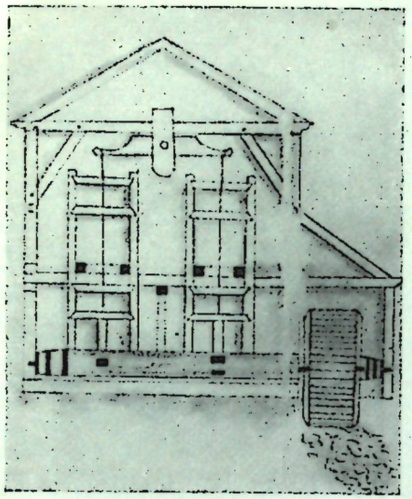


Рис. 2. Разрез здания пильной мельницы с двумя рамами

(ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, л. 4).

Строительство их началось в 1696 г., т. е. до поездки Петра I с «великим посольством» за границу (1697—1698 гг.).

В Центральном Государственном архиве древних актов сохранилось довольно много неопубликованных документов об этих промышленных предприятиях[1]. Среди них — подробные описания мест, где строились пильные мельницы, сметные росписи материалов и снастей, необходимых для строительства, а также чертежи (в красках) мельничных зданий.

Эти документы представляют значительный интерес, потому что до настоящего времени в литературе освещалась техника русского лесопильного производства почти всегда гораздо более позднего периода — середины XVIII в.[2]

Одна из пильных мельниц была построена в 1697—1698 гг. на р. Ивице в районе Воронежа и связана, главным образом, с нуждами судостроения. Подряд на ее постройку взят в марте 1697 г. тяглецом Московской Гостиной сотни Зиновием Суровцевым[3].

Из документов видно, что выбор места под постройку пильной мельницы определялся годностью плеса реки для устройства мельничной плотины, а также удобствами и дешевизной доставки сырья водой.

«И на том месте,— говорится в одном из документов,— по ево мастерову осмотру, пильной мельнице быть пристойно для того, что-де в том месте речка в глубину в меженные дни бывает в полторы, а в ширину в шесть сажен с лишком. А от реки де Воронежа мельница в 2, а от города в 30 верстах. А лес-де плотами так ж и будары гонять от реки Воронежа до села Ступина и до той мельницы в полую воду мочно. Да и после-де полой воды в меженные дни лес малыми плотами гонят...»[4].

Достоинства выбранного для постройки пильной мельницы места подчеркнуты и в других документах: «И на той реке Ивице пиловальную мельницу строить мочно для того, что стала та мельница близ реки Воронежа и бору и всякой лес близко ж»[5].

После тщательного осмотра был составлен план местности, на котором помечено «где быть новой мельнице» (рис. 1).

Имеются упоминания о размерах мельничной плотины, длина которой достигала 60 саженей (128 м)[6], а также сметные росписи строительных материалов и мельничных снастей, которые, как указывается в документе, «мочно зделать на Москве или на Воронеже руским кузнецам»[7].

Особый интерес представляют чертежи мельничного здания. На одном из них (рис. 2) изображен разрез двухэтажного мельничного здания, на другом (рис. 3) то же здание дано в плане. На основании этих двух чертежей, в сочетании с данными сметных росписей мельничных снастей, можно представить себе принцип работы пильной мельницы.

Вода, действуя на мельничное колесо нижненаливного типа и вращая его, приводила в движение вал, имевший довольно большие размеры. Для его изготовления было использовано бревно длиной в 7,5 сажен (около 16 м) и толщиной в 1,5 аршина (1,07м)[8]. Для большей прочности вал был обит железными обручами. Мельничное колесо также имело значительные размеры — его диаметр достигал 4,5—5 м.

Вращаясь, вал посредством насаженных на него железных пальцев попеременно поднимал и опускал две вертикальные пильные рамы с укрепленными на них пилами, подвешенными и соединенными между собой балансирующим устройством таким образом, что во время движения одной пильной рамы вверх вторая возвращалась в первоначальное положение вниз. Благодаря этому одновременно производилась распиловка, или, как ее тогда

[1] ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722.

[2] См. П. Г. Любомиров. Очерки по истории русской промышленности. М., 1947, стр. 710—713.

[3] ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, лл. 206—212.

[4] Там же, л. 48.

[5] Там же, л 29.

[6] Там же, л. 136.

[7] Там же, л. 8.

[8] Там же, л. 3.

называли, «растирка», двух бревен, уложенных на двигавшиеся в горизонтальном направлении рамы.

Была предложена и другая, технически более совершенная конструкция пильной мельницы, чертеж которой (рис. 4)

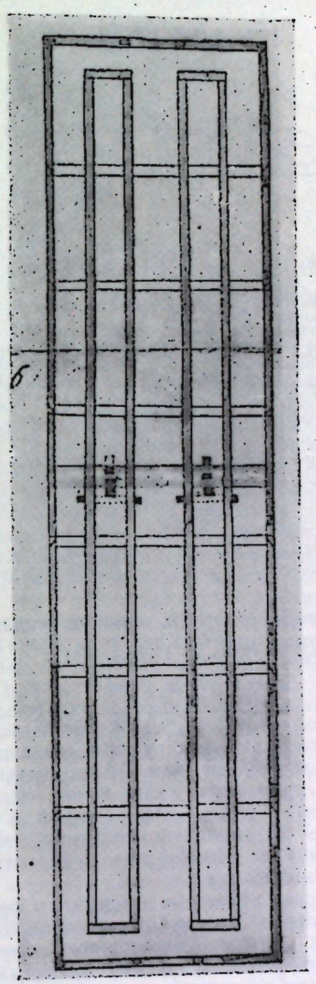


Рис. 3. План здания пильной мельницы с двумя рамами

(ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, лл. 5—6).

также сохранился. По этой конструкции пильные рамы, число которых увеличено до трех, приводятся в движение путем вращения коленчатого вала, с которым они соединены при помощи шатунов. Само мельничное здание также отличается более сложной конструкцией и имеет четыре этажа. Очевидно, этот чертеж относится к другой пильной мельнице, которых в эти годы в районе Воронежа было построено несколько[1].

Одновременно с постройкой пильных мельниц в районе Воронежа развернулось их строительство в Москве, где в 1696—1699 гг. пильная мельница была сооружена на Москве-реке у Всесвятского каменного моста[2]. Имеются сведения о существовании в эти годы другой пильной мельницы в селе Преображенском[3].

Наконец, строительство еще одной пильной мельницы было начато в 1696—1697 гг. в Москве, в районе устья Яузы[4]. В сохранившемся описании места, избранного для ее постройки, специалисты мельничного дела указали: «Пристойно-де строить тое мельницу на берегу Яузы реки ниже Яузского большого мосту и плотины, которая через Яузу реку к шатровой мель-

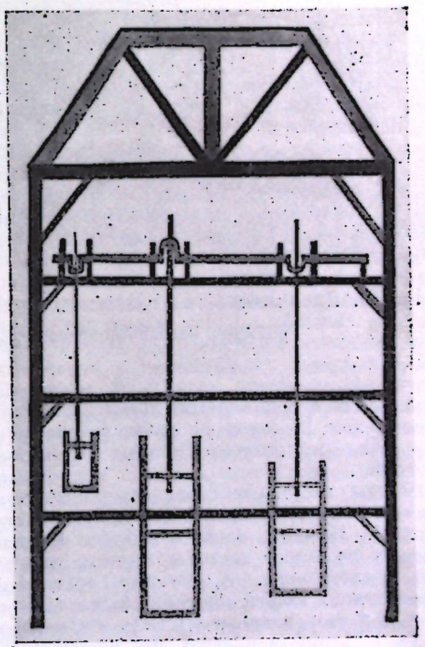


Рис. 4. Разрез здания пильной мельницы с тремя рамами и коленчатым валом

(ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, л. 27).

[1] См. П. Г. Любомиров. Очерки по истории русской промышленности. М., 1947, стр. 698.

[2] ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, л. 235.

[3] Там же, № 1722, л. 208.

[4] Там же, лл. 236, 238 и др.

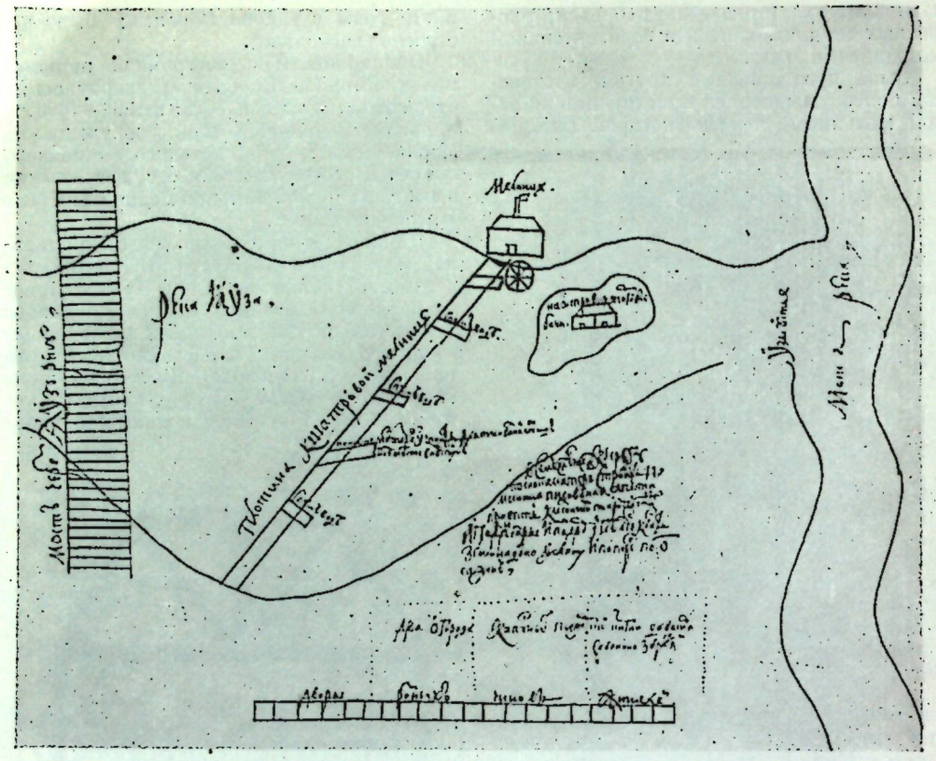


Рис. 5. План местности в г. Москве, где было намечено построить пильную мельницу
(ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Белгородского стола, № 1722, л. 240)

нице, на сей стороне против той мельницы. А вода ход [водоход ?] провесть сквозь старую плотину, промеж старых водяных спусков»[1].

Чертеж места, где строилась эта пильная мельница, приложен к документам (рис. 5). На нем надпись: «В сем месте к берегу по скаске мастеров строить мельница пиловальная. А плотину привесть к мельничной старой плотине. А под анбары и под двор и где лес класть земли надобно в длину и поперег по 70 сажен».

Постройка этих пильных мельниц вскоре была закончена, и они начали давать готовую продукцию — доски и тес.

Интересно отметить, что когда в апреле 1699 г. была закончена постройка одной из пильных мельниц, то с торговых людей в московских лесных рядах взяли подписку в том, что они не станут привозить и продавать рубленные доски и тес, а будут привозить бревна «для ростирки в доски и в тес на пильную мельницу, которая построена на Москве-реке у Всесвятского каменного моста»[1].

Таковы некоторые сведения о русских лесопильных предприятиях конца XVII в. Особый интерес представляют чертежи, которые вместе с другими архивными источниками расширяют наши представления о технике лесопильного производства того времени.

А. А. Уранов

[1] ЦГАДА, Разрядный приказ, стб. Московского стола, № 766, (I), лл. 238—239.

[1] Там же, л. 2.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

ЦЕННЫЙ ВКЛАД В ИЗУЧЕНИЕ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ И МЕХАНИКИ В МОСКОВСКОМ УНИВЕРСИТЕТЕ[1]

«Историко-математические исследования» выходили в течение семи лет в конце года. Эта «традиция» была нарушена для VIII выпуска, изданного в апреле 1955 г.: выпуск был посвящен двухсотлетию Московского университета. Статьи и материалы по истории математики и механики в Московском университете составили главное содержание выпуска; они занимают 530 стр. из 635. Заметим, что редакция нарушила еще одну «традицию». До сих пор в «Исследованиях» публиковались исключительно работы по истории математики; в этот раз в сборнике имеются и статьи по истории механики. Можно только приветствовать начатое таким образом расширение тематики «Исследований», тем более, что специального издания по истории механики не существует, и выразить надежду, что редакция и в дальнейшем будет помещать в «Исследованиях» работы по истории механики.

Выпуск открывается статьей акад. П. С. Александрова о развитии математики в МГУ в первой половине XX в. Автор — свидетель, а затем и активный участник московских работ по математике за последние четыре десятилетия — дал очень яркую картину становления и развития московской математической школы в начале нынешнего столетия и ее бурного расцвета в советское время. Как отмечает П. С. Александров, преподавание математических наук в МГУ в конце XIX в. не было лишено черт провинциализма. Борьбу за введение новых математических идей начали Б. К. Млодзеевский и Д. Ф. Егоров, которым принадлежит также заслуга введения научных семинаров, являющихся теперь основной формой научного воспитания студентов старших курсов и аспирантов. Кратко обрисовав деятельность названных профессоров, П. С. Александров переходит к характеристике деятельности и творчества основателя и долголетнего руководителя московской школы теории функций — профессора, позднее академика Н. Н. Лузина. «Лузин,— пишет П. С. Александров,— направил всю теорию функций действительного переменного по новым путям, поставив и решив как в метрической, так и в дескриптивной теории ряд принципиально новых проблем. Богатство творческих идей Н. Н. Лузина было столь велико, что почти каждое общение с ним служило для его учеников источником новых задач и неожиданных размышлений. Лекции Н. Н. Лузина, лишенные внешнего блеска и ораторских приемов, захватывали аудиторию своей творческой напряженностью. Лузин обладал необыкновенным искусством, излагая математический результат, заставлять аудиторию как бы участвовать в самом процессе его получения, превращая лекцию в какую-то своеобразную лабораторию математической мысли... Лузин решительно устранил все официальные преграды, которые во всех университетах мира отделяли профессора от студентов, сразу же установив полную непринужденность в многочисленных беседах со своими слушателями»[1] (стр. 19—20). Перед самой Октябрьской революцией молодая лузинская школа выступила с первыми своими работами по метрической

[1] «Историко-математические исследования», вып. VIII. Под ред. Г. Ф. Рыбкина и А. П. Юшкевича. М., 1955.

[1] Заметим, что в VIII выпуске опубликованы два интересных документа к биографии Н. Н. Лузина: его собственный детальный отчет о научных занятиях во время заграничной командировки 1913—1914 гг. и доклад о научных трудах Лузина, написанный в сентябре 1916 г. Д. Ф. Егоровым и подписанный Н. Е. Жуковским и Л. К. Лахтиным (доклад был связан с представлением Н. Н. Лузина в профессора по кафедре чистой математики).

(Д. Е. Меньшов, А. Я. Хинчин) и дескриптивной (П. С. Александров, М. Я. Суслин) теории функций.

После Великой Октябрьской социалистической революции значительно выросло число слушателей и изменился их классовый состав, были усовершенствованы программы, созданы новые научные коллективы, началась разработка новых областей математики. Школа теории функций, указывает П. С. Александров, явилась основой дальнейшего развития московской советской математической школы, деятельность которой в течение 2—3-х десятилетий распространилась почти на всю современную математику. Первоначально, правда, исследования были преимущественно далеки от прикладных областей, но в период первых пятилеток в творчестве московских математиков наметился решительный поворот к проблемам, связанным с естествознанием и техникой.

В рамках рецензии невозможно передать все содержание статьи П. С. Александрова, которая как бы составлена из предельно лаконичных и вместе с тем выразительных характеристик тех многочисленных направлений, по которым теперь развивается работа математиков МГУ — функционального анализа, математической физики, теории вероятности, алгебры, топологии, дифференциальной геометрии и т. д., вплоть до математической логики и истории математики. Мы ограничимся тем, что охарактеризуем словами П. С. Александрова основную черту развития математики в Московском университете, «тесно связанную со стремлением всех культивирующихся в университете математических направлений органически включиться в практику строительства коммунизма и получившую поэтому особое развитие в последние годы. Черта эта состоит во все возрастающем объединении методов чистой и прикладной математики, областей математики, в своем прошлом далеких от приложения, с областями, непосредственно на них работающими» (стр. 53).

Статья П. С. Александрова иллюстрирована портретами математиков. Это, между прочим, относится и к другим статьям рассматриваемого цикла. Всего в выпуске имеется 36 портретов и некоторые из них весьма редкие или публикуются впервые (портрет М. Я. Суслина, группа Д. Ф. Егоров, Н. Н. Лузин и В. К. Серпинский, ныне член Польской Академии наук, и др.)

Следующая статья — по истории механики в МГУ в XX в.— принадлежит перу члена-корреспондента АН СССР В. В. Голубева. Это одна из последних работ выдающегося математика и механика, скоропостижно скончавшегося в прошлом году в день своего семидесятилетия. Характеризуя состояние механики в университете в начале нашего столетия, В. В. Голубев особенно подробно останавливается на выдающейся деятельности Н. Е. Жуковского и С. А. Чаплыгина. Жуковский, указывает автор, коренным образом изменил самый характер изложения механики: «Из строго математической дисциплины механика постепенно превращалась в дисциплину естественнонаучную, стоящую на грани с физикой и служащую базой для техники» (стр. 88).

В советское время развитие преподавания механики и научных работ на механическом отделении МГУ определили два ученых: ученик С. А. Чаплыгина академик А. И. Некрасов и ученик Н. Е. Жуковского академик Л. С. Лейбензон.

А. И. Некрасов — крупный представитель того направления в разработке математических методов гидро- и аэромеханики, которому у нас положил начало своими классическими работами Чаплыгин. Л. С. Лейбензон в большинстве своих работ, в частности в трудах, связанных с нефтяным делом, успешно развивал экспериментально-лабораторное направление, продолжая линию деятельности Жуковского. Впрочем, как подчеркивает В. В. Голубев, эти два направления — одно более математическое, другое более физическое — не противостояли друг другу, а дополняли друг друга и взаимно обогащались: в основе обоих лежало «общее стремление рассматривать механику в теснейшей связи с техникой и как теоретическую основу техники» (стр. 102).

Обрисовав организацию учебного процесса на механическом отделении, огромную работу по развитию и оснащению лабораторий и т. д., В. В. Голубев показывает широкий размах исследований по механике. «Вторая половина 30-х годов,— пишет он,— ознаменовалась тем, что появился ряд крупных исследований молодых механиков, первых питомцев Института механики, учившихся уже полностью в годы Советской власти. В 1937—1941 гг. защитили докторские диссертации Н. А. Слезкин, Б. В. Булгаков, Л. И. Седов, А. А. Космодемьянский, А. А. Ильюшин. Появление всех этих работ было ярким проявлением плодотворности новой советской структуры университета. Это были фундаментальные исследования, положившие начало широким научным направлениям в стенах Московского университета» (стр. 111—112). Свое изложение В. В. Голубев довел до последних дней, охватив все значительные работы механиков МГУ — Л. И. Сретенского, Х. А. Рахматулина и др. Можно только выразить глубокое сожаление, что в замечательной статье В. В. Голубева не нашла сколько-нибудь адекватного выражения его собственная, чрезвычайно плодотворная работа как ученого-механика, как профессора-педагога и, наконец, как многолетнего руководителя Института механики и всего механико-математического факультета.

Самой большой по объему работой в цикле статей по истории математики и механики в МГУ является статья И. И. Лихолетова и С. А. Яновской по истории преподавания математики в университете в 1804—1860 гг., в основу которой была положена недавно защищенная кандидатская диссертация первого из названных авторов. Хотя этой теме уже были посвящены некоторые работы (например, статья А. П. Юшкевича в I выпуске «Историко-математических исследований»), авторы собрали и обработали большой новый интересный материал. Помимо огромного количества ранее неизвестных сведений о программах, студенческом составе физико-математического факультета и пр., в статье содержатся и принципиально новые темы. Это относится, например, к вопросу о связях факультета и его руководящих работников с потребностями практики — прежде всего московской промышленности. Более тщательное изучение таких связей и взглядов на задачи математики и механики Н. Д. Брашмана, А. С. Ершова и других деятелей факультета позволило авторам глубже проследить истоки методологических воззрений П. Л. Чебышева.

Исследуя развитие преподавания на факультете, авторы в некоторых случаях несколько удалились от прямой своей задачи. Мы имеем в виду их подробный разбор различных руководств по математическому анализу, применявшихся Н. Е. Зерновым,— учебников Муанье, Штурма, Дюгамеля и др., а также большой экскурс в историю аналитической геометрии (в связи с разбором соответствующего руководства Н. Д. Брашмана). Читатель, впрочем, не будет в претензии к авторам, так как сможет почерпнуть здесь многие интересные сведения, в нашей литературе отсутствующие. Заметим, что, анализируя курс Брашмана, авторы смогли показать некоторое влияние, оказанное на его установки Н. И. Лобачевским,— конечно, не в теории параллельных, но в общем подходе к предмету геометрии и т. п.

В статье И. А. Тюлиной дано краткое изложение истории механики в МГУ в XVIII—XIX вв., начиная с М. И. Панкевича и Ф. И. Чумакова и кончая А. Ю. Давидовым, Ф. А. Слудским, Н. Е. Жуковским, Ф. Е. Орловым и др. Статья И. А. Тюлиной — содержательна, по основное внимание в ней уделено вопросам преподавания механики, а характеристика научных работ весьма суммарна. Было бы желательно продолжить начатое здесь исследование не столько вширь, сколько вглубь.

В отделе «Математика и механика в Московском университете» помещена еще небольшая заметка Л. Е. Майстрова, в которой собраны и разобраны высказывания о математике А. И. Герцена, который, как известно, был воспитанником физико-математического факультета МГУ.

Подводя итог рассмотренным работам, мы должны сказать, что в совокупности они представляют весьма ценный вклад в изучение истории математики и механики в Московском университете. В одном из предыдущих выпусков «Историко-математических исследований» была напечатана статья С. Е. Белозерова о развитии математики в Ростовском (б. Варшавском) университете. Надо надеяться, что редакция продолжит публикацию статей о развитии математики (и механики!) в других крупнейших научных центрах нашей родины. Весьма жаль, что в рассмотренном цикле имеется очень существенный пробел: совершенно не освещено развитие математики в МГУ между 1860 и 1900 гг. Статья М. Я. Выгодского в I выпуске «Исследований», посвященная краткой характеристике деятельности Московского математического общества в XIX в., при всем ее интересе этот пробел не восполняет, и перед историками математики остается важная задача — изучить работу математического отделения МГУ во второй половине прошлого столетия.

Помимо рассмотренного цикла статей, в VIII выпуске опубликованы еще четыре работы. В статье А. П. Юшкевича, одновременно опубликованной в несколько расширенном виде в сборнике «Из истории науки и техники Китая» (изд-во АН СССР), дана общая характеристика развития математики в Китае до XIV в. Автор указывает на первенство китайских ученых в разработке некоторых важных алгоритмов (решение линейных систем алгебраических уравнений, так называемый метод Горнера), введении понятия отрицательного числа и т. д. Подчеркивая оригинальное вычислительно-алгоритмическое направление трудов старинных китайских математиков, А. П. Юшкевич сопоставляет его с аналогичными течениями в математике Индии и народов Средней Азии и Ближнего Востока и говорит, что «математика в Китае развивалась не изолированно, но во взаимодействии с наукой других стран Востока» (стр. 570). Вместе с тем автор указывает, что проблема связей математики древнего Китая с наукой других стран Азии изучена до сих пор совершенно недостаточно и что перед историками науки здесь открывается непочатый край работы. И. Г. Алимов посвятил свою работу учению о величине и отношении у Евклида. Обращая внимание на некоторые особенности общей евклидовой теории отношений, И. Г. Алимов ищет их объяснения в желании Евклида обойтись без делимости величин. Мы не беремся судить о правильности или неправильности этого и других положений автора. Несомненно, что весьма тонкий логический анализ И. Г. Алимова явится предметом обсуждения знатоков «Начал» Евклида, тем более, что в статье имеется критика мнений других специалистов по истории античной математики.

Выпуск заканчивается двумя заметками И. Я. Депмана. В первой из них устанавливается время издания одной из первых русских печатных книг по математике «Геометрия практика» (1714 г.), в другой рассказывается о П. А. Затеплинском, первом русском ученом, защитившем докторскую диссертацию в Парижском университете (1823 г.).

А. Т. Григорьян

СТАРИННАЯ НЕМЕЦКАЯ РУКОПИСЬ ПО АРИФМЕТИКЕ [1]

«Практика Ратисбонского алгоризма» — это собрание арифметических задач из рукописей монастыря св. Эммерана в г. Регенсбурге. Алгоризмами, или алгорифмами, в средние века называли совокупность арифметических действий и приемов, основанную на применении индийско-арабских цифр и позиционной нумерации, ставших в Европе впервые известными в XI—XII вв. по трудам Мухаммеда ал-Хорезми. Радасбон или Ратисбони — старинное кельтское название придунайского города в Баварии, который у римлян именовался Регина кастра, а по-немецки зовется Регенсбург. Еще во времена римлян Регенсбург был крупным хозяйственным центром, а основанный в нем около 700 г. монастырь св. Эммерана скоро стал видным центром ученых занятий. Сохранился ряд рукописей математико-астрономического содержания, составленных или переписанных в этом монастыре, начиная с X в.

На регенсбургские арифметические рукописи XV в. обратил внимание еще в конце прошлого столетия М. Курце, опубликовавший из них некоторые отрывки. Работу Курце продолжил и в известном смысле довел до завершения профессор К. Фогель, сотрудник отдела истории математики Математического института при Мюнхенском университете. К. Фогель — автор ряда исследований по истории античной и средневековой математики. Его статья о кубических уравнениях в древнем Вавилоне приложена к русскому переводу известных «Лекций» О. Нейгебауера.

Арифметические рукописи, о которых идет речь, содержат три части: счет с целыми, счет с дробями и «практику», т. е. сборники задач. Именно последняя, третья часть представляет особый интерес и явилась предметом публикации профессора Фогеля. Дело в том, что более ранние «алгорифмы», составленные в Центральной и Северной Европе, содержали только описание действий и целыми и дробями, без приложений к задачам практической жизни. Этим такие «алгорифмы» существенно отличались от итальянских книг по арифметике, в которых со времени Леонардо Пизанского, т. е. с начала XIII в., главное внимание уделялось вопросам коммерческой арифметики. В середине XV в. деловые люди Регенсбурга, повидимому, стали проявлять живой интерес к математике, и ответом на их запросы явились новые рукописные «алгорифмы», в которые были включены уже, в значительной мере на базе итальянской литературы, сборники задач.

Значение «Практики Ратисбонского алгоризма» определяется как богатством этого сборника, так и тем, что это — наиболее древняя из известных, немецкая «практика». К. Фогель правильно подчеркивает, что прежде всего издание этих рукописей в значительной мере заполняет пробел между Леонардо Пизанским и первыми немецкими печатными книгами по арифметике конца XV в. (стр. 232). Прав также К. Фогель, указывая, что рассматриваемое собрание задач ценно и с точки зрения общей истории (стр. 4—5). По нему можно ознакомиться со многими сторонами хозяйственной жизни Германии середины XV в.: ценами на товары, стоимостью перевозок, заработками, торговыми связями, условиями кредита. Ряд задач «Практики» свидетельствует, наконец, о возрастании в середине XV в. интереса к более отвлеченным задачам и методам алгебраического или теоретико-числового характера; в это время подготовлялись условия для развития в Германии XVI в. алгебры.

«Практика» состоит из 354 задач, написанных частью на скверной латыни, частью на старонемецком или на их смешении. Задачи выбраны из трех рукописей. Эти рукописи *A*, *B*, *C*, как и некоторые другие, использованные при издании, были переписаны в 1450—1460 г. сент-эммеранским монахом Фридрихом Герхартом (умер в 1464 или 1465 г.). Сохранившиеся материалы говорят, что Герхарт был весьма эрудированным математиком, изучившим труды Сакробоско, Н. Оресма, Брадвардина, Николая Кузанского и т. д. Герхарт не был, однако, автором всех трех рукописей, о которых идет речь. Рукопись *A*, содержащая около 60 задач, была им, вероятно, лишь незначительно обработана на основе других, более ранних. Значительно больше авторское участие Герхарта в рукописи *B*, к которой он добавил 280 задач. Часть из них составлена им самостоятельно, часть заимствована из различных источников. Из рукописи *C* К. Фогель взял 13 задач, написанных рукой, отличной от руки Герхарта. Само собрание задач «Практики» чрезвычайно богато. В нем имеются задачи на тройное правило, «золотое правило» тогдашней арифметики, на правило товарищества, на смеси, на правило двух ложных положений и многие другие. Наряду с задачами коммерческого характера, имеются и задачи отвлеченного содержания, например — неопределенные линейные проблемы, шуточные задачи и т. п. Задачи даны хотя и без обоснования решения, но с полным описанием всех необходимых для получения ответа действий, так что по ним нередко можно ясно представить себе ход мыслей средневекового арифметика. Они дают огромный материал для изучения путей распространения арифметических знаний и методов.

Значительную часть работы по исследованию «Практики» проделал сам К. Фогель. Публикации задач предшествует его вступительная статья, содержащая общую характеристику алгорифмической литературы, условий возникновения издаваемых рукописей, сведения о Ф. Герхарте, описание самих рукописей. Но особенно важны обширные, несмотря на лаконичность, комментарии и указатели, без которых разобраться в публикуемых текстах (не только оценить их!) было бы нелегко даже специалисту по истории математики.

Пояснительный текст профессора Фогеля составляет почти половину книги. Здесь дана классификация всех задач по их содержанию и по методам их решения (задачи в тексте расположены беспорядочно), детальный анализ основных моментов предшествующей истории задач, указания на их появление в близкой по времени позднейшей арифметической литературе и т. д. Здесь, далее, приведены сведения о форме записей и символике рукописей, их терминологии, а также анализ метрологических проблем. Наконец, к тексту приложена большая библиография, вспомогательные словари редких латинских и немецких слов, именные, географические и предметные указатели. Символика — обозначения мер, сокращение слов и т. д. — иллюстрирована фотокопиями. Вообще, с точки зрения вспомогательного аппарата, публикация находится на очень высоком научном уровне.

Несомненно, что издание регенсбургских арифметических задачников будет широко использовано при дальнейшем изучении математики средних веков. В частности, я хочу обратить внимание на интересные параллели, встречающиеся в «Практике» и в русских рукописях начала и середины XVII в. Было бы полезно внимательно сопоставить задачи на решение систем линейных уравнений с 2, 3, 4 неизвестными по способу двух ложных положений (древнейший европейский источник — Леонардо Пизанский), а также приемы решения задач на определение наименьшего натурального числа, дающего при делении на данные числа данные остатки (общий источник — древнекитайский). В русских рукописях решения имеют свои особенности, которые я надеюсь осветить специально в другом месте.

Публикация профессора Фогеля лишний раз свидетельствует о важности издания старинных рукописей по так называемой практической арифметике. Я полагаю, что давно пришло время более глубоко изучить и русские арифметические рукописи, начало исследованию которых положил еще 70 лет назад В.В. Бобынин. До сих пор издана только одна из этих рукописей — «Счетная мудрость» (СПб., 1879), весьма неполная и малотипичная. Нам известно много старинных русских рукописей по практической арифметике и геометрии XVII в. Научное издание наиболее полных из них — одна из актуальных задач советской истории науки.

А. П. Юшкевич

[1] Курт Фогель. Практика Ратисбонского алгоризма (Kurt Vogel. Die Practica des Algorismus Ratisbonensis). Мюнхен, 1954.

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛА «МАТЕМАТИКА В ШКОЛЕ»

Вопросы истории математики заняли в последние годы значительное место в массовом методическом журнале «Математика в школе». В 1953—1954 гг. и № 1—5 за 1955 г. в нем было опубликовано до тридцати статей на исторические темы. Часть этих материалов составляет содержание специального отдела «Из истории математики», другие помещены под рубриками «Русские педагоги-математики», «Советские педагоги-математики», некоторые представляют собою некрологи.

Объединяет все эти материалы четко выраженная педагогическая направленность.

Преобладающую часть составляют статьи о деятельности отдельных ученых и педагогов. Лишь небольшое число статей посвящено более широким темам.

«Математика в школе» — журнал методический и поэтому можно приветствовать стремление редакции подчинить содержание всех отделов журнала педагогическим целям. Нужно, однако, сказать, что, на наш взгляд, редакция журнала склонна слишком узко понимать значение историко-математической популяризации. Мы полагаем, что успешное решение в школьной практике проблемы изложения историко-математических сведений невозможно без приобретения преподавателем достаточно широких знаний в области истории преподаваемой науки. Расширив тематический диапазон своего исторического

отдела, «Математика в школе», несомненно, в большей степени, чем до сих пор, могла бы содействовать решению этой задачи. Хотелось бы, чтобы в журнале полнее освещалась мировая история математики и развитие основных математических понятий. Польза такого рода материалов для школьного преподавателя не подлежит сомнению.

Обратимся к анализу отдельных статей. Начнем с интересной статьи Г. И. Волкова — «Н. К. Крупская о преподавании математики» (1954, № 4). В этой статье сводятся воедино высказывания Н. К. Крупской о математике как предмете школьного преподавания. Автор статьи правильно подчеркивает актуальность ряда указаний Н. К. Крупской, в том числе — о значении исторического элемента в преподавании математики. «Чрезвычайно важно посмотреть,— писала Н. К. Крупская,— как и под влиянием чего развивалась математика, отметить узловые пункты ее развития». Характерно замечание Н. К. Крупской о том, что ключ к успешному решению сложной методической проблемы доступного изложения начал высшей математики следует искать в диалектическом подходе к предмету. Отметим, что в № 4 за 1953 г. была помещена статья Л. Н. Грацианской — «Елизавета Федоровна Литвинова», посвященная известной деятельнице русского математического просвещения, у которой училась математике Н. К. Крупская, впоследствии высоко оценившая методику преподавания своей учительницы[1].

Обращает на себя внимание новизной темы статья В. В. Болгарского «Деятельность И. Н. Ульянова в области методики математики» (1954, № 1). И. Н. Ульянов (отец В. И. Ленина), замечательный педагог и организатор народного просвещения, характеризуется в этой статье как активный поборник передовых методико-математических воззрений, истоки которых автор статьи усматривает во влиянии педагогических идей Лобачевского: И. Н. Ульянов окончил физико-математический факультет Казанского университета.

За рассматриваемый период в журнале опубликовано несколько статей В. Е. Прудникова: «Первый русский арифметик и геометр» (1953, № 2), «Выдающийся русский ученый и педагог» (1954, № 4) и «О русских учебниках математики для средних школ в XIX веке» (1954, № 3).

Первая из этих статей посвящена Леонтию Магницкому, автору знаменитой «Арифметики» (1703). В. Е. Прудников не дает обстоятельного анализа содержания и исторического значения основного сочинения Магницкого, которое не раз уже служило предметом исследования. Неудачно название статьи. Разве на Руси до Магницкого совсем не было математиков? Разве не математиками были безымянные авторы арифметических рукописей XVII в., которым посвящена в № 5 за 1954 г. специальная статья К. И. Швецова?

Вторая статья В. Е. Прудникова представляет собой довольно состоятельный очерк о В. Я. Буняковском. К сожалению, ценность этого очерка снижается рядом неудачных формулировок. Так, автор бездоказательно заявляет, что «исследования Буняковского по теории чисел и теории вероятностей обусловили появление соответствующих классических работ П. Л. Чебышева и его учеников». В конце статьи утверждается, что «место, которое занимал Виктор Яковлевич в русской математической науке, было исключительным». Это — несомненное преувеличение.

В третьей статье В. Е. Прудников обращается к весьма интересной для учителя математики теме. Фактически, однако, содержание статьи значительно уже ее названия. В статье уточняется, что цель ее — «дать краткий обзор некоторых русских учебников математики в XIX веке, одобренных в качестве руководств для средних школ». В. Е. Прудников не указывает, по какому признаку отобраны им учебники, рассматриваемые в статье. Он ничего не говорит о таких широко распространенных в свое время учебниках, как арифметика В. А. Евтушевского, учебники геометрии М. В. Остроградского и М. Е. Ващенко-Захарченко. Это может вызвать у читателей статьи неправильные представления об общей картине развития русской учебно-математической литературы в эту эпоху. Этому же может способствовать и крайне идиллический вывод, которым автор заключил статью: «В конце XIX века русская учебно-математическая литература стала настолько богатой, что преподаватель математики нашей средней школы получил полную возможность выбрать из многих хороших руководств по арифметике, геометрии, алгебре и тригонометрии такие учебники, которые соответствовали бы его педагогическим требованиям». Почти совершенно оставляя в стороне сложную методическую борьбу по целому ряду принципиальных вопросов преподавания математики, В. Е. Прудников, вопреки исторической действительности, рисует дело так, будто наша учебная литература в конце XIX в. уже удовлетворяла все запросы преподавателей математики. Между тем это время было ознаменовано обострением борьбы передового учительства за реформу преподавания математики в средней школе и за соответствующую глубокую переработку учебной литературы.

Ценность статьи В. Е. Прудникова снижается еще и тем, что в оценках учебников автор в ряде случаев исходит не из самостоятельного разбора их достоинств и недостатков и анализа их роли в истории развития преподавания, а из одного-двух «авторитетных» отзывов о них. Так, основной аргумент В. Е. Прудникова в оценке учебника арифметики Буняковского гласит: «В рукописи «Арифметику» Буняковского читал М. В. Остроградский и дал о ней положительное заключение, что являлось бесспорным ручательством (?!) за ее достоинства».

Кроме упомянутых статей, в журнале помещены статьи о Д. М. Перевощикове, С. В. Ковалевской, К. Ф. Лебединцеве, А. Ю. Давидове, Т. Ф. Осиповском и др., а также ряд некрологов и статей по поводу юбилеев советских педагогов-математиков.

В отличие от прошлых лет, когда биографические материалы в журнале носили, за редким исключением, характер перечня основных вех жизни и деятельности,— в большинстве упомянутых статей заметно стремление к более конкретному раскрытию научного содержания и методических особенностей трудов ученых или педагогов. Правда, это стремление реализовано в ряде случаев недостаточно полно. Так, в статье К. А. Рупасова о выдающемся методисте К. Ф. Лебединцеве (1954, № 1) упоминается, что последний был сторонником включения элементов высшей математики в курс средней школы, однако об этом важном факте говорится вскользь и притом как о частном «мнении» самого Лебединцева. На самом же деле это было одно из основных требований движения за реформу преподавания математики конца XIX — начала XX в.

Опыту проведения в 9 и 10 классах математических вечеров посвящена статья В. Д. Чистякова — «Из опыта проведения математических вечеров» (1954, № 4). Можно только приветствовать использование такой формы внеклассной работы с учащимися для популяризации геометрических идей Лобачевского, которые находятся в непосредственном соприкосновении и с материалом школьной геометрии. Нужно, однако, суметь так организовать подобный вечер, чтобы его участники смогли вынести из него, пусть элементарные, но правильные представления об идеях неевклидовой геометрии. К сожалению, в содержании беседы учителя о геометрии Лобачевского, приведенной В. Д. Чистяковым, имеются существенные недостатки; автор беседы не разъясняет должным образом учащимся отношения геометрии Лобачевского к евклидовой геометрии и как с методологической, так и с математической точки зрения неправильно раскрывает смысл «реальности» геометрии Лобачевского.

В статье Ф. Т. Дзюбы «Из истории развития педагогических идей в России» (1953, № 5) анализируется изданное в 1832 г. Департаментом народного просвещения анонимное «Руководство к преподаванию арифметики для употребления в уездных училищах». Ф. Т. Дзюба показывает прогрессивный характер методической позиции автора руководства и ставит вопрос — кто же он, этот автор? Вопрос, однако, оставлен без ответа. Между тем нет сомнения в том, что «искомым» автором был известный методист Ф. И. Буссе, руководства которого долгое время издавались Министерством народного просвещения без указания имени автора.

Одной из немногих статей, выходящих за рамки биографических очерков, является статья Б. П. Бычкова «Понятие функции в курсе алгебры русской средней школы в XIX веке» (1954, № 4). Тема статьи не нова; об этом довольно много писали в последние годы, в том числе сам Б. П. Бычков. В настоящей статье автор взял на себя задачу полнее проследить исторический ход проникновения понятия функции в преподавание алгебры в русской школе XIX столетия. Эту задачу автор разрешил в общем удовлетворительно, хотя и неисчерпывающе. К сожалению, процесс внедрения функциональных идей в школьную алгебру рассматривается совершенно вне связи с аналогичным процессом в школьной тригонометрии.

Статья К. А. Малыгина «Развитие математики в Средней Азии в IX—XV вв.» (1955, № 3), по словам автора, представляет собой попытку в сжатом очерке, на основе новейших публикаций и исследований советских историков математики, познакомить учителей с наиболее крупными достижениями средневековых математиков Ближнего и Среднего Востока (ал-Хорезми, Абуль Вафа, ал-Бируни, Омара ал-Хайама, Насреддина Туси, Джемшида ал-Каши, и др.). Хороший замысел К. А. Малыгина не получил в статье полноценного воплощения, не говоря уже о том, что статья носит компилятивный характер и не обнаруживает самостоятельной работы автора над первоисточниками, ставшими широко доступными после опубликования ряда переводов в «Историко-математических исследованиях». В нескольких случаях К. А. Малыгин делает ошибки в толковании рассматриваемых им работ. Это можно сказать, например, о характеристике трудов Насреддина Туси. Так, К. А. Малыгин считает, что Туси «впервые в науке ввел понятие отвлеченного отношения одной величины к другой величине того же рода», тем самым приписывая Туси достижения его далеких предшественников — древних греков.

В статье Р. А. Симонова — «Первые русские математические журналы — носители прогрессивных методических идей»

[1] Попутно укажем, что Л. Н. Грацианская неправильно приписывает Литвиновой авторство статьи «Логика математических наук». Литвиновой принадлежат перевод работы Вундта под этим названием, а также отдельная статья «К логике математических наук», в которой комментировались взгляды Вундта.

(1955, № 3) рассмотрены: «Учебный математический журнал» К. Купфера, «Вестник математических наук» М. М. Гусева и второй отдел «Математического сборника». Автор не дает серьезного исторического анализа значения журналов в развитии методики математики в России, так как рассматривает их содержание в отрыве от общего движения педагогической теории и практики. Р. А. Симонов, в частности, преувеличивает заслуги Купфера, журнал которого в действительности в ряде отношений отставал от методического уровня, достигнутого передовым русским учительством того времени.

В критико-библиографическом отделе журнала историко-математическая литература получила довольно скупое отражение: кроме двух сравнительно подробных рецензий — в № 5 за 1953 г. В. Н. Молодшего на книгу Б. В. Гнеденко «Остроградский» (ГТТИ, 1952) и в № 5 за 1955 г. И. Г. Мельникова на «Рассказы о математике» И. Я. Депмана (Детгиз, 1954), мы находим еще лишь две небольшие заметки И. Я. Депмана и К. С. Богушевского о книге В. Н. Молодшего «Основы учения о числе в XVIII веке» (Учпедгиз, 1953), помещенные в № 4 за 1955 г. Приходится сожалеть о том, что журнал совершенно не знакомит своих читателей с очередными выпусками «Историко-математических исследований» — основного у нас органа по истории математики, обычно содержащего много материала, интересного и для учителя.

Итак, в 1953—1955 гг. историко-математические темы заняли значительное место в журнале «Математика в школе». На страницах журнала был опубликован ряд интересных и полезных для учителя математики материалов по истории математики и ее преподавания. Вместе с тем ощущается чрезмерная узость тематики историко-математической части журнала. Следует пожелать, чтобы журнал не ограничивался вопросами, непосредственно связанными со школьными программами. Советский учитель нуждается в более широком и глубоком освещении проблем истории математики.

Ю. М. Гайдук (Харьков)

ПРОБЛЕМЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ НА VII МЕЖДУНАРОДНОМ КОНГРЕССЕ ПО ИСТОРИИ НАУКИ

В сообщении Л. В. Каминер и И. А. Поликова «Международные объединения по истории науки», опубликованном в настоящем выпуске «Вопросов истории естествознания и техники», приведены сведения о VII Международном конгрессе по истории науки, состоявшемся в 1953 г. Вышедший недавно том «Труды конгресса»[1] содержит полный текст 84 докладов, прочитанных на конгрессе, и резюме 6 докладов, рукописи которых не были представлены. Довольно большое число сообщений, сделанных на конгрессе, было посвящено истории медицины, некоторая часть — вопросам, связанным с историей техники (история кораблестроительной науки; применение алмаза в качестве режущего орудия; история рабочих машин). Древней и средневековой науке и культуре было отведено на конгрессе значительное место: были заслушаны доклады о стоической физике, зоологических фрагментах Феофраста, античных катапультах, средневековых арабских сочинениях по зоологии и фармакологии, византийских трудах по зоологии, оптических исследованиях Альхазена, предистории понятия о переменной величине в западноевропейской научной литературе XIV в. (Оресм). Среди докладов некоторые были весьма специальными, например, доклад о видах кастрации в древнем Египте. В целом в работах конгресса несомненно ощущался, благодаря составу его участников, локальный характер: большое количество докладов посвящено истории еврейской науки древности и средневековья, в частности истории палестиноведения, библейских древностей (о растении «иссоп», упоминаемом в библии, о библейских текстах, посвященных проказе, о Галлеевой комете и дате постройки иерусалимского храма, о мессианических идеях и астрономии); были прочитаны доклады о медицинских идеях в Талмуде, о хазарском каганате, о средневековых еврейских врачах, о переводах средневековых сочинений на еврейский язык и др. Второе место после государства Израиль занимала по своей численности французская делегация. На конгрессе были заслушаны доклады о таких ученых XVII в., как Паскаль, Дезарг, Бернье, о математике А. Лакруа, химиках Лавуазье и Бюсси и т. д. Наука Италии нашла свое отражение в докладах о Галилее и Кавальери.

Ряд сообщений был посвящен истории связей между учеными разных стран. В докладе Дж. Нидхэма (публикующего в настоящее время многотомный труд по истории китайской науки и культуры) были

[1] «Actes du VII-e Congrès international d'histoire des sciences» (Jérusalem, 4—12 août 1953). Paris. «Collection des travaux de l'Académie internationale d'histoire des sciences», N 8. Труды VII Международного конгресса по истории науки. (Иерусалим, 4—12 августа 1953 г.). Париж [без указания года].

освещены связи между Китаем и Западом. К той же категории относятся доклады о связях между древнегреческой и древнеиндийской медициной, о путешествиях на Восток в XV—XVI вв. и др.

Отдельные доклады были посвящены истории научных приборов, сообщениям о неопубликованных документах (например, об обширной переписке Д. Юма с европейскими учеными различных стран) и т. п.

Уже из этого обзора видно, что вопросы истории недавнего прошлого занимали весьма скромное место на конгрессе. Новейшая история науки и техники нашла известное отражение в докладах по истории отдельных проблем, например по использованию солнечной энергии, историческому обзору понятия силы в XVII—XX вв., сравнению древнего и современного атомизма. Нужно отметить также биобиблиографический обзор трудов по истории математики недавно скончавшегося японского ученого Ношио Миками (1875—1950).

Не имея возможности вдаваться в более подробное рассмотрение специальных докладов, мы остановимся преимущественно на тех выступлениях, в которых были затронуты вопросы общего и принципиального характера. Такой характер носил прежде всего доклад Дж. Сартона на пленарном заседании конгресса 5 августа 1953 г[1]. Отметив, что большие задачи, стоящие перед историками науки, могут быть успешно решены только на основе международного сотрудничества, докладчик вместе с тем указал на неизбежность разделения труда между учеными, коль скоро изучение истории науки в определенной стране требует хорошего знания ее языка и истории, а также предполагает максимально широкое использование всей соответствующей документации.

Большое внимание докладчик уделил критике одностороннего «западничества», недостаточно считающегося с историей науки Востока. Открытие санскритской литературы на Западе в конце XVIII в. он сравнил по значительности с открытием Нового света Колумбом. Филологов-историков, не видящих дальше классической (греко-римской) и библейской древности, Сартон назвал «старомодными гуманистами» (humanistes vieux-jeu), предвидя наступление «нового Ренессанса», которому на несравненно более широкой основе, чем прежде, предстоит овладеть всем культурным наследием человечества.

Уподобив, далее, науку огромному дереву, докладчик сказал, что недостаточно рассматривать ту или иную отрасль в отдельности: нужно изучать историю науки в целом, ее рост, начиная с первичной простоты до современной разветвленности и сложности, нигде не теряя из виду связи между дисциплинами.

Докладчик несколько раз энергично подчеркивал, что в науке не существует догм, есть совокупность добытых и проверенных истин, которые не дано оспаривать всем и каждому. Достаточно взять таблицы физических констант или атомных весов, чтобы убедиться, какое множество экспериментальных исследований они резюмируют. Значение этих постоянных признается всеми учеными до тех пор, пока они не будут заменены новыми, лучшими и более точными. В интересах «общественной гигиены» следует охранять достояние науки от покушений фантазеров и лжеученых; нельзя во имя ложно понятой «свободы» давать людям невежественным и безответственным подвергать сомнению эти научные завоевания, нельзя произвольно менять добытые знания без новых данных, проверенных и надежных. Словом, «наука не есть совокупность догм: это огромное собрание объективных и проконтролированных фактов, спаянных воедино теориями, поддающимися проверке; наука есть плод вековых усилий ученых всех наций». История науки в целом есть история человеческого познания, часть культурной истории человечества.

Вместе с тем, как указал докладчик, история науки — не только история открытия новых истин, но и история борьбы за их торжество, против сил, тормозящих их признание. Вот почему в истории науки докладчик усматривает вместе с тем историю защиты рационализма и свободной мысли. Наука находится в вечном конфликте с фанатизмом и нетерпимостью — роковыми результатами суеверия и ханжества. Наиболее опасными для науки являются суеверия «наукообразные», имеющие видимость научности; таковыми были, например, алхимия и астрология. Однако наряду с этим докладчик счел возможным утверждать, что «между наукой и религией конфликта не существует, и те конфликты, которые часто возникали в прошлом между наукой и теологией, могли бы быть избегнуты», более того — «они избегнуты в настоящее время». Такое заявление, конечно, совершенно неприемлемо для всех, кто ясно видит непримиримое противоречие между наукой и религией и проходящую через всю историю мировой культуры борьбу между религией и наукой. В своем движении вперед наука всегда испытывала отчаянное сопротивление религии.

Предметом особого внимания д-ра Сартона был вопрос о «профиле» историка науки и связанный с ним вопрос о подготовке новых историков науки. Время «самоучек» прошло, нужно подумать, говорил Сартон, о наилучшей подготовке молодых научных сил. Разумеется, молодой исследователь должен основательно знать избранную им отрасль науки. Но одного этого совершенно недо-

[1] Настоящий выпуск был уже подготовлен к печати, когда пришло известие о кончине этого выдающегося историка науки. Некролог его будет помещен в № 3 «Вопросов истории естествознания и техники».

статочно: он должен одновременно быть и во всеоружии гуманитарных знаний. «Наша отрасль,— указал Сартон,— слишком часто рассматривается как некая неопределенная область, в которой всякий уважаемый человек может чувствовать себя как дома». По мнению докладчика, это совершенно неверно. «Все согласны, что даже знаменитый геометр не имеет никакого авторитета в химии или в ботанике, однако те же самые люди воображают, что крупный астроном или прославленный арабист уже тем самым способны преподавать историю астрономии или историю арабистики». Однажды Сартон, по его словам, подверг критике исторический труд одного выдающегося химика. На замечание, что автор — лауреат Нобелевской премии, Сартону пришлось ответить, что премия была присуждена этому ученому не за исторические изыскания, а за химические открытия. «Английский химик не решился бы давать указания историкам Англии, как они должны выполнять свою задачу, но он же способен проявить гораздо меньше скромности и осторожности, когда речь заходит о том, чтобы критиковать историю химии». По мнению Сартона, это объясняется сравнительной молодостью химической историографии. Было время, говорит он, когда каждый коллекционер бабочек считал себя энтомологом, а каждый путешественник, побывавший у первобытных племен,— этнографом.

Нельзя не согласиться с докладчиком, что история естествознания требует некоторых особых навыков и знаний, которыми далеко не всегда располагает специалист той или иной естественнонаучной отрасли; верно и то, что история естествознания есть своего рода мост, соединяющий дисциплины естественнонаучные с дисциплинами «гуманитарными», т. е. общественными. Но, с другой стороны, нельзя не указать, что вопрос о «синтезе» естествознания и гуманитарных знаний имеет свои специфические трудности, которые не были, на наш взгляд, достаточно оттенены в докладе. Прежде всего нельзя забывать, что удельный вес историко-филологических исследований различен для различных периодов истории науки: для более ранних периодов он гораздо значительнее и становится тем меньше, чем ближе исследователь подходит к современности. Можно было бы сказать, что в отношении большинства докладов, заслушанных на конгрессе и посвященных истории древности и средневековья, утверждение Сартона справедливо: предложенные темы требуют для своей разработки основательных знаний в области классической филологии и ориенталистики. Но можно ли надеяться, с другой стороны, при современной дифференциации знаний, на появление таких «универсальных людей», какими изобиловала, например, эпоха итальянского Ренессанса, в особенности если учесть, что Сартон требует изучать все отрасли естествознания как ветви одного «огромного дерева»? Нет сомнения, что основная задача заключается не в подготовке историков науки «универсального профиля», а в координации усилий и тесном сотрудничестве представителей разных специальностей,— в организации научного коллектива, который должен явиться действительным uomo universale современности. По существу, здесь должно иметь место такое же разделение труда, какое, по утверждению Сартона, необходимо при изучении развития науки в различных странах земного шара. А наряду с действительно разумным разделением труда неизбежно и взаимное понимание и взаимное уважение.

Предметом особого обсуждения на Конгрессе были вопросы преподавания истории науки в средней школе. Из выступлений по этому поводу хотелось бы отметить доклад Мадлен Куртен (Франция), показавшей на примере анализа понятия «работа» возможность интересно преподать ученикам средней школы сведения по истории физики в связи с эволюцией техники и общественных условий.

В отдельных докладах были подняты тонкие вопросы психологии научного творчества, например в докладе Ж. Адамара (Франция), озаглавленном «История науки и психология открытия». В докладе Ж. Пельзенеера (Бельгия) были, однако, сделаны из наблюдений в этой области неправомерные выводы. Приведя многочисленные примеры взаимоотношений научного и художественного творчества, докладчик заключил, что «артистизм» ученого вообще исключает строгий научный метод. Корни научного творчества оказываются, согласно Ж. Пельзенееру, уходящими в глубоко ненаучные, субъективно-персоналистические пласты индивидуальной психологии, а все нити, связывающие индивидуальность с обществом,— начисто отрезанными.

В заключение нельзя не сказать о некоторых докладах, в которых принципы международного сотрудничества были конкретизированы в неприемлемой для нас форме.

В докладе Ш. Кана (Иерусалим) идеалистические тезисы философии Беркли были предложены как наилучшая платформа, позволяющая достичь единомыслия в области не только науки, но и религии. Столь же мало обоснован и неубедителен вывод Х. Пери (Иерусалим), который, изложив вкратце историю попыток создать универсальный язык, пришел к заключению, что ассамблея ЮНЕСКО должна принять в качестве международного научного языка один из уже существующих вариантов его, например так называемый Interlingua. Пример перевода на этот и другие искусственные языки лирического отрывка Э. Ренана, прочитанного докладчиком, весьма убедительно показывает, что, во-первых, перед нами безжизненный язык, если можно так выразиться, гораздо более «мертвый», чем латинский, который принято так называть; во-вторых, этот язык, претендующий на универсальность, есть не что иное, как mixtum compositum только романских языков, ничуть не более понятный для француза, итальянца или испанца, чем живой французский для итальянца, живой итальянский для француза и т. д.

В. П. Зубов

СЛАВНЫЕ СТРАНИЦЫ ТЕХНИЧЕСКОГО ТВОРЧЕСТВА РУССКИХ ИЗОБРЕТАТЕЛЕЙ XVIII в.[1]

Перед нами книга, являющаяся результатом творческого содружества московского профессора В. С. Виргинского и барнаульского краеведа Н. Я. Савельева. Можно смело сказать, что именно подобное совместное творчество и определило, в основном, те достоинства, которыми обладает указанное произведение.

Тема, взятая авторами, уже не нова. Можно указать ряд работ, посвященных (полностью или частично) деятельности строителей вододействующих устройств[2]. Казалось бы, что ничего нового дать нельзя. Однако авторы, на основании глубокого изучения документов, хранящихся в архивах Барнаула, Москвы и Ленинграда, смогли раскрыть новые славные страницы технического творчества русских изобретателей XVIII в. В книге опубликовано много ранее неизвестных материалов и чертежей, что значительно пополняет наши знания о тех достижениях, которых добились отечественные изобретатели.

Характерной особенностью развития техники мануфактурного периода являлось распространение орудий труда, приводимых в действие силами природы. Однако в основном мануфактурные предприятия базировались на ручной технике. Между тем развитие производительных сил требовало уже осуществления таких технологических процессов, которые нуждались в равномерном ходе механизмов и в более мощных двигателях, чем мускульная энергия человека. В результате стал технически необходим переход к более широкому применению силы воды.

Постепенно вододействующие устройства (гидравлические колеса) становятся основным двигателем, применявшимся во всех видах производства.

Наиболее широко вододействующие установки применялись в XVIII в., когда стремление повысить их мощность заставляло строить гидравлические колеса больших размеров.

В этом отношении очень интересны установки, созданные на Алтае, которые по своим размерам и качеству превосходили все известные установки в мире. Этим в большей мере и объясняется, почему многие исследователи занимаются изучением истории развития вододействующих устройств в России.

В первой главе авторы осветили применение водяных двигателей в русском горнометаллургическом производстве до середины XVIII в., которое, как известно, занимало тогда одно из первых мест в мире не только по объему продукции, но и по ряду других технических показателей. К 1725 г. наша страна по выплавке чугуна перегнала Англию, а затем и Швецию.

Авторы кратко охарактеризовали основные этапы применения гидравлических колес, начиная с рабовладельческого общества, когда они использовались для приведения в движение мукомольных мельниц, подъема воды и т. п.

Авторы справедливо замечают: «Успехам русских гидротехников и механиков XVIII в. немало способствовало то обстоятельство, что устройство водяных двигателей и вододействующих механизмов исследовалось в трудах выдающихся деятелей науки и техники того времени» (стр. 12). Действительно, с XVI в. (книги итальянского инженера В. Биринуччо и немецкого ученого Г. Агриколы) и до конца XVIII в. вопросам строительства водяных колес и гидротехники было посвящено большое количество трудов, среди которых не последнее место занимали труды русских ученых и инженеров. В главе указывается на работы Даниила Бернулли, Леонарда Эйлера, Ивана Шлаттера, Михаила Ломоносова и других ученых, рассматривавших вопросы устройства вододействующих

[1] В. С. Виргинский, Н. Я. Савельев. Строительство вододействующих устройств на Алтае в XVIII веке. М., Машгиз, 1955.

[2] См. В. Даниловский. История гидросиловых установок в России до XIX в., М.—Л., 1940; его же. И. И. Ползунов. Труды и жизнь, Изд-во АН СССР, 1940; его же. Русская техника. Л., 1948; Н. Фальковский. Москва в истории техники. «Московский рабочий», 1950; А. Бриткин. Первые тульские строители сложных вододействующих машин. Машгиз, 1950; В. Виргинский. Замечательные изобретатели Фроловы. Машгиз, 1950; его же, изд. 2, 1952; Н. Савельев. К. Д. Фролов. Свердловск, 1950; его же. Алтай — родина выдающихся изобретателей, Барнаул, 1951; А. Александров. Первая водяная турбина. Машгиз, 1952; Н. Савельев. Сибирские механики П. М. Залесов и М. С. Лаулин. Новосибирск, 1953; Н. Баташев и Е. Гагарин. Е. Г. Кузнецов. М., 1953.

механизмов или гидравлики и гидродинамики.

Во второй главе освещена работа Колывано-Воскресенских заводов во второй половине XVIII в. Эти заводы имели тогда большое общегосударственное значение, так как они разрабатывали месторождения, богатые серебряной рудой. Несмотря на это, техника производства на заводах оставалась очень примитивной, основанной на использовании принудительного крепостного труда. Только необходимость поднять производительность предприятий, которая катастрофически падала в связи с переходом к разработке более глубоких горизонтов, заставляла заводовладельцев идти на дополнительные расходы по сооружению вододействующих машин.

Остальные главы книги (4—7) посвящены техническому творчеству русских мастеров и изобретателей, работавших на Алтае и создавших замечательные гидротехнические установки. Наибольший интерес представляют разделы книги, характеризующие деятельность К. Д. Фролова,—создание проектов и строительство вододействующих установок на Змеиногорском руднике.

Еще в 1772 г. К. Д. Фролов предложил свой первый проект грандиозного гидротехнического сооружения, предназначенного для механизации водоотлива этого рудника.

Изобретателю пришлось бороться за осуществление своих замыслов с невежественными чиновниками и представителями царской администрации.

При сооружении разнообразных и сложных механизмов К. Д. Фролов обнаруживал не только замечательное искусство инженера-практика, но и глубокие познания в механике.

Создавая свою установку, К. Д. Фролов учел весь мировой опыт, накопленный к тому времени в области гидротехнических сооружений.

Установка Фролова работала долгое время и после смерти изобретателя. Горный инженер А. Карнинский, побывавший на Змеиногорском руднике в 1827 г., наблюдал действие этой установки. «Кто посещал Змеиногорский рудник,— писал он,— тот, конечно, с удовольствием осматривал производимые на оном работы, превышающие, кажется, силы человеческие, и механические устройства, облегчающие труды рудокопателей при извлечении сокровищ из недр земных. Удивленный путешественник спросит невольно: кем устроены в глубоких храминах земли сии огромные колеса, каких не существует ни в одном из российских рудников, приводимые в движение водой, протекающей через длинные каналы, высеченные в камне? Изобретатель сего механизма есть берггауптман 6 класса Козьма Дмитриевич Фролов»[1].

Авторы подробно и всесторонне описали эти установки Фролова, которые действительно можно назвать «чудом техники» XVIII в.

В книге нашло отражение творчество многих мастеров и изобретателей Алтая: П. М. Залесова, Ф. С. Ваганова, Ф. В. Стрижкова и др.

В целом безусловно ценная и интересная книга В. С. Виргинского и Н. Я. Савельева вызывает, однако, ряд замечаний.

Прежде всего необходимо отметить, что авторам следовало бы рассматривать достижения русских изобретателей и строителей вододействующих машин в связи с развитием гидротехнических сооружений не только в нашей стране, но и за рубежом. Это позволило бы более наглядно показать общие тенденции в развитии этих сооружений и тот действительно выдающийся вклад, который внесли отечественные изобретатели. Ведь мировая практика строительства вододействующих устройств насчитывала не одно столетие и дала прекрасные образцы инженерных решений. Достаточно, например, указать на гидротехническое сооружение конца XVII в. в Марли (Франция) или водоотливные установки начала XVIII в. в Банской-Штявнице (Словакия). Правда, они значительно уступали по размерам и техническим показателям установкам Фролова, но для своего времени это были замечательные достижения техники.

Авторы рассматриваемой книги зачастую употребляют неправильную техническую терминологию. Например, штольней они называют всякую подземную горную выработку, в то время как штольня это только горизонтальная выработка, имеющая выход на дневную поверхность. На стр. 26 авторы пишут, что «рудничные месторождения представляли собою сплетение выработок, идущих под различными уклонами». Как известно, рудничное месторождение — это минеральное скопление, залегающее среди разнообразных горных пород, а не «сплетение выработок». В книге имеются и другие неточности.

Можно также отметить, что авторам следовало бы в заключении сказать более определенно о том, что даже такие огромные водяные колеса, как вододействующие установки Фролова, в конце XVIII в. уже не могли удовлетворить потребностей производства и являлись по сути дела последним словом техники мануфактурного периода.

С. В. Шухардин

[1] А. Карнинский. Биографические известия о жизни К. Д. Фролова. «Горный журнал», 1827, № 7, стр. 159.

О КНИГЕ С. П. ТИМОШЕНКО «ИСТОРИЯ НАУКИ О СОПРОТИВЛЕНИИ МАТЕРИАЛОВ»

В 1953 г. в Америке на английском языке была опубликована книга С. П. Тимошенко «История науки о сопротивлении материалов с кратким изложением истории теории упругости и теории сооружений»[1].

Автор книги, Степан Прокофьевич Тимошенко, хорошо известен советскому читателю по ранее изданным в нашей стране книгам: «Сопротивление материалов», «Сборник задач по сопротивлению материалов», «Теория упругости», «Пластинки и оболочки» и др.

В рецензируемой книге Тимошенко излагает историю науки о сопротивлении материалов с XV в. и до нашего времени (1950 г.), рассматривая свыше тысячи научных работ.

Попытка изложить в одной книге многочисленные работы ученых разных стран за 500 лет уже сама по себе заслуживает высокой оценки. Автор, крупнейший специалист в этой области, выполнил работу с присущей ему глубокой эрудицией, используя свой многолетний опыт.

В предисловии Тимошенко сообщает, что книга была написана на основе лекций по истории науки о сопротивлении материалов, которые он читал в течение 25 лет.

Автор правильно считает, что нельзя с успехом проследить развитие этой науки без анализа материала смежных наук, а также состояния инженерного образования и промышленного развития в различных странах.

В вводном разделе книги он отмечает, что еще египтяне имели эмпирические правила для определения несущей способности материалов для таких сооружений как храмы, монументы, обелиски. Греки развили статику, которая впоследствии легла в основу механики как науки. Архимед (287—212 гг. до н. э.) дал доказательство условий равновесия рычага и общие методы определения центра тяжести тел. Дальнейшее развитие строительное искусство получило у римлян.

Переходя к средневековью, Тимошенко знакомит читателя с интересными записями Леонардо да Винчи по механике. Из записей, опубликованных лишь 400 лет спустя после смерти Леонардо да Винчи, видно, что он пользовался методом моментов для решения некоторых задач, имел правильное представление о распоре в арках и экспериментально изучал сопротивление строительных материалов.

Началом науки о сопротивлении материалов Тимошенко считает 1638 г., когда вышла знаменитая книга Галилея «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению». Галилей первый сделал попытку аналитически найти безопасные размеры строительных элементов. Рассмотрением его работы начинается первая глава, носящая название «Наука о сопротивлении материалов в XVII веке».

В этой главе излагается исследование Галилея по изгибу консольных балок. Галилей установил, что изгибающий момент консольной балки зависит от квадрата ее длины. Галилей находит, что максимальный момент для балки, опертой по двум концам, будет при силе P, приложенной в середине пролета. Он выяснил, что полые балки выдерживают значительные нагрузки при изгибе, имея меньший собственный вес по сравнению с обычными; в подтверждение этой мысли Галилей ссылается на примеры, взятые из живой природы,— тростник, бамбук, кости птиц.

В этой же главе приводятся данные о создании академий в различных странах. «В течение XVII века быстро развивались математика, астрономия и естественные науки. Многие образованные люди стали интересоваться науками, и в частности экспериментальные исследования привлекли их большое внимание. Многие университеты контролировались церковью, а так как это не способствовало научному прогрессу, то организовывались научные общества в некоторых европейских странах. Цель этих обществ была объединить людей с научными интересами и облегчить экспериментальную работу» (стр. 15). Первые академии наук были учреждены в Риме (1603 г.), в Лондоне (1662 г.), во Франции (1666 г.), в России (1725 г.) и в Германии (1770 г.).

В этой же главе дается описание работ Роберта Гука (1635—1703 гг.) и Мариотта (1620—1684 гг.). Результаты опытов Гука с упругими телами были опубликованы в 1678 г. в его работе «De Potentia Restitutiva». Эту работу Тимошенко считает первой, в которой рассматриваются упругие свойства материалов. До Гука упругие свойства материалов не изучались. Тимошенко приходит к выводу, что «Роберт Гук не только установил зависимость между величиной сил и деформациями, которые они производят, но также предложил несколько экспериментов, в которых эта зависимость может быть использована для решения некоторых очень важных проблем. Это линейное отношение между силой и деформацией названо законом Гука, который позже лег в основу дальнейшего развития механики упругих тел».

Глава II носит название «Упругие кривые». Параграф 6 посвящается швейцарским математикам — братьям Якобу Бернулли (1654—1705 гг.) и Иоганну

[1] S. P. Timoshenko. History of strength of materials with a brief account of the history of theory of elasticity and theory of structures. New York, 1953.

Бернулли (1667—1748 гг.). Якоб Бернулли внес важный вклад в механику упругих тел, исследовав форму кривой прогибов балки. Следуя предположениям Мариотта относительно положения нейтральной оси, он проводил касательную к вогнутой стороне поперечного сечения перпендикулярно плоскости действия внешней нагрузки. Рассматривая прямоугольную

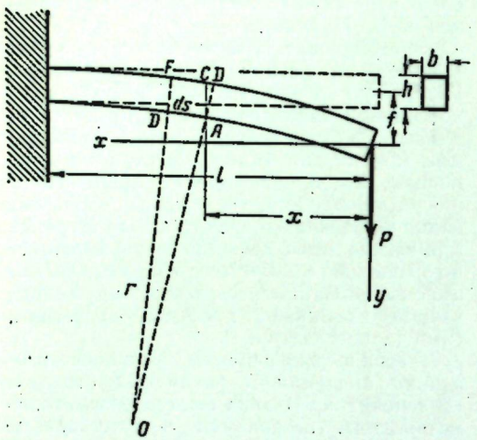


Рис. 1

балку, защемленную одним концом и нагруженную на другом силой P, он принимал кривую прогиба, как показано на рис. 1, и получил уравнение

$$\frac{C}{r} = Px,$$

где $C = \frac{mbh^3}{3}$, m — постоянная величина, зависящая от упругих свойств материала балки, и bh — площадь поперечного сечения балки. Вследствие ошибочного предположения относительно точки поворота поперечного сечения AB, он нашел неверную величину для постоянной C.

Однако общая форма уравнения, устанавливающая, что кривизна линии прогиба каждой точки пропорциональна изгибающему моменту в этой точке, является правильной, и этот результат был использован другими математиками (главным образом Эйлером) в их исследованиях упругих кривых.

В письме к Вариньону Иоганн Бернулли впервые сформулировал принцип возможных перемещений.

В России Эйлер в 1736 г. опубликовал свою знаменитую книгу «Mechanica, sive motus scientifici analytice exposita». Как известно, Ньютон и его ученики применяли при решении проблем механики геометрические методы. В своей книге Эйлер ввел и широко применил аналитические методы. Он показал, как могут быть получены дифференциальные уравнения движения частицы и как движение тела может быть найдено с помощью интегрирования этих дифференциальных уравнений. Такой метод упрощал решение задач, поэтому книга имела громадное влияние на последующее развитие механики.

Тимошенко подробно освещает работы Эйлера, связанные с геометрической формой кривых при изгибе балок, при различных случаях изгиба, показанных на рис. 2, и классифицирует рассматриваемые упругие кривые по величине угла между направлением силы P и касательной к упругой линии в точке приложения нагрузки. Когда угол мал, мы имеем важный случай потери устойчивости колонн от продольного изгиба под действием осевой сжимающей силы.

Эйлер дает формулу для подсчета нагрузки при выпучивании колонн от продольного изгиба:

$$P = \frac{C\pi^2}{4l^2},$$

где P — сила, C — величина, характеризующая жесткость колонны, l — высота колонны.

Формула Эйлера, выведенная им двести лет назад, имеет и сейчас широкое применение при исследовании устойчивости инженерных сооружений.

Французский ученый Лагранж (1736—1813 гг.) в книге «Mécanique analytique» использует принципы Д'Аламбера и виртуальных перемещений и вводит понятия «обобщенных координат» и «обобщенных сил»; он вводит в теорию механики некоторые общие формулы, из которых можно получить необходимые уравнения для частных задач.

Работам по сопротивлению материалов в XVIII в. посвящена целиком III глава. Если в XVII в. научные исследования велись главным образом учеными в академиях, то в XVIII в. уже возникает необходимость в организации специальных инженерных школ.

В этот период ведущее место в области развития механики упругих тел принадлежит Франции. Именно здесь в 1720 г. было открыто несколько военных школ для подготовки специалистов фортификации и артиллерии. В 1720 г. во Франции организуется корпус инженеров путей сообщения. В 1729 г. Белидор (1697—1761 гг.) опубликовал книгу «La science des ingénieurs». Эта книга стала очень популярной среди инженеров-строителей и много раз переиздавалась. В 1735 г. был опубликован учебник Белидора по математике и применению ее в механике, геодезии, артиллерии. Наконец, в 1798 г. выходит первая книга по сопротивлению материалов Жирара («Traité analytique de la résistance des solides»).

В этой книге Жирар по вопросу об изгибе балки в основном придерживается методов Галилея, Эйлера и Мариотта. Первоначально Эйлер считал, что жесткость

при изгибе балки пропорциональна кубу ее линейных измерений. Позже он уточнил это предположение и принял жесткость при изгибе, пропорциональной четвертой степени линейных измерений. Жирар не исследовал этого вопроса и принял в своей книге первоначальное неправильное допущение Эйлера.

Во второй части книги Жирар рассматривает балки равного сопротивления, которые должны удовлетворять уравнению:

$$\frac{Mh}{I} = \text{const}$$

при любом поперечном сечении, где M — изгибающий момент, а I — момент инерции поперечного сечения балки в отношении нейтральной оси, h — высота балки.

Жирар показывает, что для данной нагрузки можно найти множество форм балок равного сопротивления, различающихся лишь размерами сечения. Как отмечает Тимошенко, в XVIII в. эта задача рассматривалась неоднократно, и было опубликовано много работ, связанных с ней. Однако эти работы не внесли сколько-нибудь значительного вклада в разработку практически важной теории сопротивления балок.

Третью часть книги Жирар посвящает экспериментам по изгибу и потере устойчивости при продольном изгибе деревянных колонн. Тимошенко подробно описывает машину, сконструированную Жираром для этих испытаний (на стр. 42 приводится фотография машины Жирара), и опыты, результаты которых не дали удовлетворительного согласия с теорией колонн Эйлера.

Далее Тимошенко освещает научную деятельность Парана (Parent, 1666—1716 гг.). В 1713 г. была издана работа Парана в трех томах («Recherches de mathématique et de physique»). Тимошенко рассматривает только ту часть его работы, которая связана с распределением напряжений в балке при изгибе и положением оси, относительно которой должен подсчитываться момент внутренних сил в балке.

Затем Тимошенко рассматривает исследования выдающегося французского ученого Кулона (1736—1806 гг.) в области сопротивления материалов. Кулон осуществил опыты для определения напряжений песчаника, дал теоретическое объяснение изгиба балок, рассмотрел устойчивость подпорных стен и арок, изучил кручение проволоки, нашел предел упругости при кручении проволок в зависимости от материала, из которого они изготовлены. «Ни один ученый XVIII века не внес такого большого вклада в механику упругих тел, как Кулон», говорит Тимошенко (стр. 48).

Историю сопротивления материалов XIX в. Тимошенко разбивает на три периода. Первый период включает 1800—1833 гг., второй — 1833 — 1867 гг. и третий — 1867—1900 гг.

Глава IV (период 1800—1833 гг.) начинается описанием знаменитой французской L'Ecole Polytechnique, которая была организована во Франции в 1795 г. Старые привилегии в отношении получения образования были отменены революционным правительством, и в L'Ecole Polytechnique мог быть принят каждый, кто сдал вступительные экзамены. В отличие от ранее существовавших школ здесь была введена и новая система преподавания, при которой студенты получали основательную общую подготовку по математике, механике, физике, химии и лишь затем переходили к изучению специальных технических дисциплин.

Именно поэтому престиж инженеров Франции в то время был очень высок и их часто приглашали для работы в другие страны.

Система технического образования, принятая в L'Ecole Polytechnique, была перенесена в Политехнический институт в Вене, в Политехнический институт в Цюрихе, в институты России и США.

Далее автор переходит к анализу научной деятельности Навье (1785—1836 гг.), и подробно разбирает его книгу по сопротивлению материалов, изданную в 1826 г. В первых двух частях своей книги Навье рассматривает простое сжатие и растяжение призматических брусьев и указывает, что для характеристики материала недостаточно дать его предельные напряжения, но необходимо также установить его модуль упругости (E), определяемый Навье как отношение нагрузки на единицу площади поперечного сечения к единице производимого удлинения (по этому поводу Тимошенко замечает, что модуль упругости был впервые введен в механику упругих тел Т. Юнгом, определившим его другим путем). Определение Навье является теперь общепринятым.

В третьей части книги Навье рассматривает явления изгиба. Допуская, что поперечное сечение остается плоским в течение изгиба и используя три уравнения статики, он вычислил, что нейтральная ось проходит через центр тяжести поперечного сечения и что кривая дается уравнением

$$\frac{EJ}{\rho} = M.$$

Допуская, что прогибы являются небольшими, и принимая ось в направлении оси балки, он нашел:

$$EJ = -\frac{d^2y}{dx^2} = M,$$

используя это уравнение для любого рода нагрузки балки.

Навье первый развил общий метод анализа статически неопределимых задач в механике материалов. Он решал подобные задачи, добавляя к уравнениям статики уравнение, выражающее условия деформации.

Затем Тимошенко излагает теорию арок и подвесных мостов в период 1800—1833 гг. и отмечает, что первый подвесной мост был сооружен в России (Петербург).

О работах Понселе (1788—1867 гг.) и Юнга (1773—1829 гг.) рассказывается в главе IV.

Возникновение и первый период развития математической теории упругости составляют содержание главы V. В ней анализируются работы Коши (1789—1857 гг.), Пуассона (1781—1840 гг.), Ламе (1795—1870 гг.), Клайперона (1799—1864 гг.).

Второй период (1833—1867 гг.) истории сопротивления материалов Тимошенко

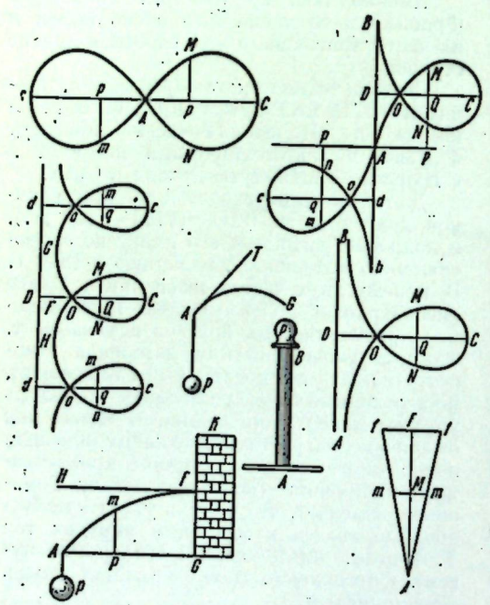


Рис. 2

излагает в главе VI. В начале главы он говорит: «В течение первой половины XIX века французские инженеры, имевшие превосходное математическое образование, занимались математической теорией упругости. В этот период английские инженеры экспериментально изучают сопротивление материалов. В то время Англия была передовой страной в отношении развития промышленности, а после работы Джемса Уатта в ней начала быстро расти машинная индустрия... Однако, несмотря на бурный рост промышленности, для улучшения британского технического образования было сделано очень мало, и возникавшие многочисленные технические задачи должны были решаться в основном самоучками» (стр. 123).

Специальный параграф главы VI Тимошенко отводит вкладу Сен-Венана в теорию изгиба балок. Сен-Венан первый исследовал правильность основных допущений относительно изгиба. Он нашел, что поперечное сечение балок остается плоским в течение деформаций и что продольные волокна балки находятся в состоянии простого растяжения или сжатия. Он показал, что точно это имеет место только при чистом изгибе, т. е. тогда, когда к балке на концах приложены равные и противоположно направленные пары сил.

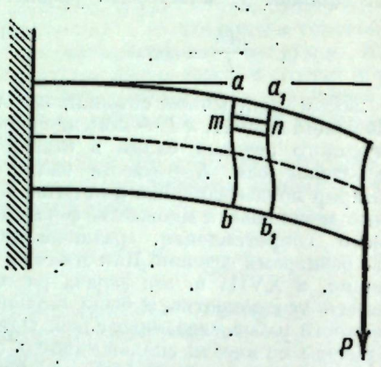


Рис. 3

Рассматривая консольную балку, Сен-Венан показывает, что срезывающие напряжения, действующие в плоскости поперечного сечения, искривляют эти плоскости, как указано на рис. 3. Сен-Венан исследует изгиб балок для материалов, которые не следуют закону Гука, и получает следующие уравнения:

$$\sigma = A\left[1-\left(1-\frac{y}{a}\right)^{m}\right] \text{ для растяжения,}$$

$$\sigma_1 = B\left[1-\left(1-\frac{y}{a_1}\right)^{m_1}\right] \text{ для сжатия,}$$

где A, B, a, a_1, m, m_1 являются некоторыми постоянными, а y является абсолютной величиной расстояния точки от нейтральной оси.

Глава IX посвящена периоду 1867—1900 гг. Широкое внедрение железа и стали в строительную и машиностроительную технику потребовало экспериментального изучения механических свойств этих материалов и, следовательно, специального лабораторного оборудования и специальных лабораторий. В Англии в 1865 г. была открыта частная лаборатория Д. Киркалди (Kirkaldy), в которой при помощи сконструированной им машины он провел многочисленные испытания образцов железа и стали. Свои исследования он опубликовал в книге «Results of an Experimental Inquiry into the Tensile strengt and other Properties of various kindst of wroughtiron and steel».

В Германии при технических институтах были также организованы лаборатории для таких исследований и испытания образцов железа и стали. Первая лаборатория в Германии была открыта в 1871 г. при Политехническом институте в Мюнхене и имела испытательную установку мощностью в 100 т.

В России первые лабораторные испытания железа были проведены Ламе в связи со строительством подвесного моста в Петербурге. Работу Ламе продолжил профессор П. И. Собко (1819—1870 гг.). Дальнейшее расширение лабораторных испытаний железа и сталей в России было осуществлено под руководством известного русского инженера Н. А. Белелюбского (1845—1922 гг.). Он энергично добивался установления международной стандартизации в испытании материалов, принял деятельное участие в организации Международного общества по испытанию материалов.

Чтобы ввести некоторое однообразие в технику проведений испытаний и получить возможность сопоставлять результаты экспериментов различных лабораторий, профессор Баушингер организовал в 1884 г. в Мюнхене специальную конференцию. В 1889 г. в Париже на конгрессе прикладной механики была признана необходимость использования для испытаний образцов с одинаковыми геометрическими размерами.

В этой же главе Тимошенко освещает работу немецкого ученого О. Мора (Mohr) (1835—1918 гг.). Мор первый обратил внимание на то, что дифференциальное уравнение кривой провиса нити (каната)

$$\frac{d^2y}{dx^2} = \frac{q}{H}, \qquad (a)$$

выведенное для нагрузки переменной интенсивности q, распределенной вдоль прямой AB, имеет ту же форму, что и дифференциальные уравнения упругой линии

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{M}{EJ}. \qquad (b)$$

Отсюда следовало, что кривая прогиба может быть построена как кривая провиса нити для фиктивной нагрузки, при полюсном расстоянии, равном жесткости при изгибе балки EJ.

Рассматривая эту задачу, Мор пришел к выводу, что прогибы балки могут быть вычислены из изгибающих моментов, образованных в балке фиктивной нагрузкой $\frac{M}{EJ}$, что намного упрощает задачу определения прогибов, так как отпадает надобность в интегрировании уравнения (b). Это упрощение особенно ценно для балок с переменным сечением. Мор подробно изучил задачу прогиба балок и первый получил линию прогибов от единичной нагрузки, по которой потом вычислял прогибы в точке сечения от любой силы P. Эту линию он назвал линией влияния. В примечании Тимошенко сообщает, что, независимо от Мора, Винклер также использовал понятие о линии влияния.

Другой важной работой Мора явилось графическое представление напряжений в точке. В «Графической статике» (1886 г.) Кульман (Kulmann) уже продемонстрировал, как напряжения в плоскостной

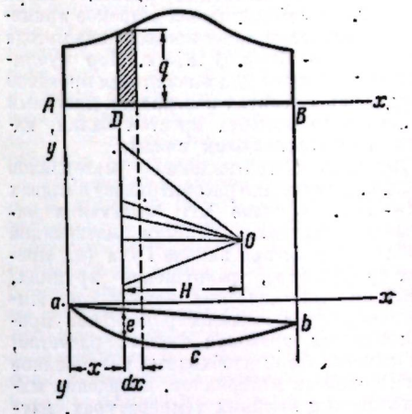


Рис. 4

системе могут быть представлены кругом. Мор рассмотрел двухмерный случай с главными напряжениями σ_1 и σ_2. Развивая эти исследования для пространственного случая с главными напряжениями σ_1, σ_2, σ_3, Мор нашел, что компоненты напряжений, действующих на плоскости и проходящие через главные оси, могут быть представлены в виде трех кругов (рис. 5).

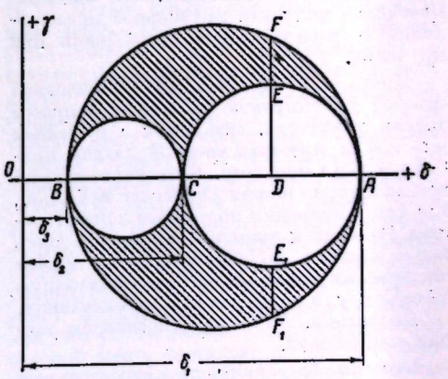


Рис. 5

Он же разработал метод для вычисления перемещений узлов ферм.

За десять лет до Мора над этим работал Максвелл, но его метод имел слишком абстрактную форму и не применялся инженерами для практических целей. Мор получает тот же результат, что и Максвелл, но несколько иным путем

$$\sigma_a = \sum \frac{S_i s_i l_i}{A_i \varepsilon},$$

где S_i — сила, действующая в рассматриваемом стержне i,
l_i — длина этого стержня, A_i — поперечное сечение,
E — модуль упругости материала.

После опубликования работы Мора в 1874 г. этот метод нашел широкое применение в практике, получив название метода Максвелла — Мора. В 1875 г. Мор публикует другой метод для вычисления прогибов ферм, основанный на построении диаграмм изгибающего момента простой балки, нагруженной фиктивными силами.

Историю сопротивления материалов в XX в. Тимошенко рассматривает в главах XII—XIV. В главе XII излагаются работы по изучению свойств материалов в области действия закона Гука (до предела упругости), разрушение хрупких, испытание пластических материалов. Интенсивный рост машиностроительной промышленности требовал точных расчетов, для которых было необходимо углубленное знание свойств материалов, поведения материалов при высоких температурах, изучение работы металлов на усталость и т. д. Автор подробно рассматривает экспериментальные работы, проведенные в различных странах в этих направлениях.

При анализе развития теории упругости в этот период Тимошенко большое внимание уделяет выдающемуся немецкому ученому Людвигу Прандтлю (Prandtl). В 1903 г. Прандтль публикует важную работу по мембранной аналогии в проблеме кручения. В этой работе он показывает, как при использовании мыльной пленки можно экспериментально получить правильное представление о распределении напряжений при кручении.

Много страниц своей книги Тимошенко отводит рассмотрению различных вопросов теории упругости, связанных с решением плоской и пространственной задачи приближенными методами. В отличие от изложения истории теории упругости в XIX в., где автор приводил подробные доказательства решений и примеры, изложение здесь более краткое, но сопровождается многочисленными ссылками на соответствующую литературу в подстрочных примечаниях.

Последняя, XIV глава посвящена теории сооружений.

Введение железобетона в строительную технику в виде рамных конструкций привело к разнообразным статически неопределимым системам, для которых уже не находят применения ранее разработанные методы исследования; для них были разработаны новые методы анализа, основанные на рассмотрении деформаций.

Использование углов поворота при анализе стержневых конструкций было сделано Аксел Бендиксеном в 1914 г. (Axel Bendixen), в его работе «Die Methode der Alpha-Gleichungen zur Berechnung von Rahmenkonstruktionen», в которой он развил так называемый метод угловой деформации. Дальнейший шаг в упрощении расчета стержневых конструкций был сделан К. А. Калисевым (K. A.Ališev). Он использовал метод последовательных приближений и свел задачу к решению одного уравнения с одним неизвестным на каждой стадии последовательного приближения.

Эта глава заканчивается обозрением теории кораблестроения, в которой основное место уделено работам выдающегося русского ученого академика А. Н. Крылова.

На освещении в книге работ русских ученых хочется остановиться подробнее. Нужно сразу сказать, что Тимошенко подходит к этому вопросу более объективно, чем многие из его зарубежных коллег.

Параграф 33 целиком посвящен анализу скалывающих напряжений в балках, произведенному Журавским. Автор дает краткую биографию Д. И. Журавского (1821—1891 гг.), замечая, что во время обучения Журавского в Институте инженеров путей сообщения там не было французских инженеров, а преподавание велось под руководством русских ученых, причем таких выдающихся, как Остроградский и др.

Журавский начал свою работу по исследованию скалывающих напряжений в связи с сооружением Веребьинского деревянного моста в 1844 г. Дерево очень слабо работает на скалывание, и расчетом на скалывающие напряжения в балках пренебречь было нельзя. Так как в то время никаких сведений относительно скалывающих напряжений не было, то Журавский решил заняться изучением этой проблемы. Он успешно справился с поставленной задачей и вывел формулу для подсчета скалывающей силы и напряжений. Работа Журавского была переведена на французский язык в 1856 г. Надо отметить также, что его метод излагался в учебнике по сопротивлению материалов, изданном во Франции в 1858, 1862, 1866, 1877 гг.

Ниже автор вновь возвращается к Журавскому: «Дальнейшее развитие анализа ферм Гау было сделано Журавским для Веребьинского моста... В то время (1844 г.—*Л. К.*) не существовало теории анализа ферм Гау, и Журавский не только должен был спроектировать мост, но также и развить метод определения напряжений в элементах ферм. Журавский успешно провел эту работу и предложил общий метод анализа ферм с параллельными поясами» (стр. 186). В 1850 г. Журавский опубликовал свой метод анализа ферм, а в 1854 г. за работы по мостам с системой Гау получил премию Русской Академии наук. Интересно отметить, что из примечания к изложению работ Журавского видно, что работа Журавского была опубликована за границей раньше, чем в России.

Несколько страниц посвящено деятельности Ф. С. Ясинского (1856—1899 гг.). Автор дает краткие сведения о жизненном пути Ясинского, его службе на железных дорогах, о получении им степени адъюнкта и т. д.

Автор считает Ясинского первым ученым, который исследовал устойчивость сжатых раскосов в мостовых фермах. Он приводит правильную дату (1893 г.) опубликования его теории колонн. Ясинским было проведено исследование точного дифференциального уравнения потери устойчивости призматических брусьев и составлена таблица критических сжимающих усилий для различных параметров гибкости (отношение свободной длины к радиусу инерции).

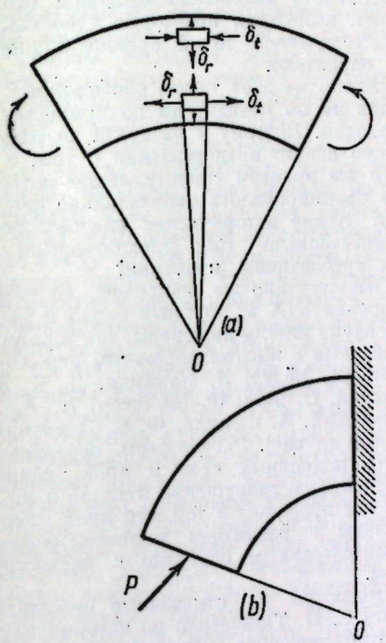


Рис. 6

В § 71-а «Решение двумерных задач в 1867—1900 гг.» большое внимание уделено русскому ученому Х. С. Головину (1844—1904 гг.), изучавшему деформации и напряжения в арках постоянной толщины. При чистом изгибе Головин нашел, что поперечное сечение остается плоским, как обычно и предполагалось в элементарной теории изогнутых стержней, но получается иное распределение напряжений.

Согласно элементарной теории, продольные волокна подвергаются воздействию либо простым растягивающим напряжениям σ_t, либо сжимающим. Головин же показал, что существуют также напряжения σ_r, действующие в радиальном направлении (рис. 6).

При изгибе, производимом силой P, приложенной на конце, имеют место не только нормальные напряжения, но также и срезывающие напряжения, которые отнюдь не следуют параболическому закону, как это считалось ранее. В заключение автор пишет: «Работа Головина представляет первую попытку использовать теорию упругости при анализе напряжений в арках» (стр. 351).

Всего несколько строк автор уделяет Н. Е. Жуковскому (1847—1921 гг.), называя его широко известным «пионером» в теории аэродинамики и приводя его способ подсчета виртуальных перемещений жесткого тела. (О том, что Жуковский работал в России, можно лишь догадываться, прочитав в примечании, что работа Жуковского была представлена в 1908 г. в Московское математическое общество.)

Тимошенко подробно описывает работы А. Н. Крылова (1863—1945 гг.). В книге мы находим основные данные о научной деятельности Крылова. В 1900 г. была опубликована книга Крылова «Теория корабля», «которая и сейчас является одной из наиболее важных книг в этой области». Большое внимание в своей исследовательской работе А. Н. Крылов уделял действию волн на корабль и изложил свои выводы в работе «Общая теория колебания корабля на волнах». Тимошенко пишет, что «...эти работы выдвинули Крылова в первый ряд авторитетов в области теории корабля и Лондонское общество инженеров кораблестроения наградило его золотой медалью общества» (стр. 436).

Тимошенко излагает работу Крылова по колебанию мостов и многие другие его научные труды.

В книге мы находим имена таких русских ученых, как В. Л. Кирпичев (1845—1913 гг.), П. Ф. Папкович (1887—1946 гг.), Н. П. Петров (1836—1920 гг.), И. Г. Бубнов (1872—1919 гг.), А. Н. Динник (1876—1950 гг.), Б. Г. Галеркин (1871—1945 гг.), Н. И. Мусхелишвили. Автор очень кратко, порой ограничиваясь одной фразой, говорит об их работе. Так, в разделе «Изгиб плит и оболочек» Тимошенко дважды говорит о Б. Г. Галеркине. Но лишь из примечания, в котором упоминается город Москва (где в 1933 г. вышла книга Б. Г. Галеркина «Упругие тонкие плиты»), читатель может догадаться, что данный ученый — русский. В связи с этим можно упрекнуть автора в том, что в отличие от работ французских, английских, немецких ученых, названия которых Тимошенко в своей книге приводит на родном языке авторов, названия работ русских ученых даны только в переводе на английский.

В целом, несмотря на стремление автора к объективности, следует отметить, что научно-исследовательская работа русских ученых в дореволюционный период представлена в книге более полно, нежели после 1917 г., не говоря уже о работах многочисленных современных советских ученых в области строительной механики, теории упругости и теории сооружений.

Так, о большой работе В. З. Власова в области теории упругости Тимошенко упоминает лишь, что «в своей книге

«Тонкостенные упругие стержни» (Москва, 1940) В. З. Власов развивает оригинальный метод подхода к теории потери устойчивости при кручении и указывает, что принцип Сан-Венана не подходит для тонкостенных элементов и что возможно, например, произвести кручение стержня z-образного сечения, прикладывая изгибающую пару сил к краям на концах». Автор почему-то упорно избегает даже правильно называть нашу страну. Повсюду, где Тимошенко касается научной деятельности и печатных трудов советских ученых, он упоминает либо о России, либо о Москве.

Не свободна рецензируемая книга и от некоторых других недостатков.

Например, характеризуя период средневековья, Тимошенко указывает только, что «большая часть знаний по строительному делу, накопленных греками и римлянами, была забыта в средние века и восстановлена лишь в эпоху Возрождения в XVI веке». Автору следовало бы развить эту мысль и показать, следствием каких исторических сдвигов и изменений были эти явления.

Подобным же образом, отмечая развитие естествознания с XVII в., Тимошенко ограничивается лишь упоминанием об учреждении академий наук в различных странах, не связывая этого с общим прогрессом общества. Известно, что в XVI в. произошла буржуазная революция в Нидерландах, а в XVII — в Англии. В XVII в. в старом феодальном обществе зарождается новый класс — буржуазия. В XVII в. возникает капиталистический способ производства в Европе.

Новый способ производства был немыслим без новой техники, требовавшей более глубоких знаний, основанных на рациональном обобщении экспериментальных данных. Это и послужило закономерным толчком к росту наук. И открытие академий наук — лишь последующая ступень формирования науки в общем прогрессе общества.

Существенное значение в любом большом сводном труде по истории науки и техники имеет периодизация развития, отражающая не только последовательное освещение исторических открытий и фактов, но также и переломные этапы в развитии данной науки. Она позволяет выявить движущие силы прогресса и уяснить общий характер исторического развития.

Периодизация, принятая С. П. Тимошенко, не отвечает этим требованиям. Первые два периода, намеченные автором, охватывают XVII и XVIII вв., историю же развития науки в XIX в. Тимошенко искусственно, без всякого обоснования разделяет на три равные части. Для последовательности изложения подобное деление имеет, возможно, некоторые удобства, но с исторической точки зрения оно ничем не оправдано.

Автор не дает также обобщающих выводов ни по главам, ни по принятым им периодам. Поэтому у читателя не складывается ясного представления о том, с какого же времени сопротивление материалов сформировалось окончательно как наука? Какие исторические факторы этому способствовали? Как удовлетворяла наука требованиям практики?

Не случайно же, например, во второй половине XIX в. крупный вклад в развитие науки внесли инженеры, так или иначе связанные с железнодорожным строительством (А. Вёлер, К. Кульман, Д. И. Журавский, О. Мор, Ф. Энгессер, Н. А. Белелюбский, А. Фопль, Ф. С. Ясинский и многие другие). Расчет ферм, неразрезных балок, подпорных стен и арок, вопросы усталостного разрушения металла и пр.,— все эти проблемы в той или иной степени связаны с развитием железнодорожного строительства и особенно с мостостроением.

Несмотря на отмеченные недостатки, книга С. П. Тимошенко по истории науки о сопротивлении материалов — первая обобщающая работа по этому вопросу, написанная крупнейшим специалистом,— заслуживает положительной оценки. Она будет безусловно полезна советским читателям, и следует пожелать, чтобы перевод ее на русский язык был осуществлен в самое ближайшее время.

Л. М. Костиков

НЕКОТОРЫЕ ЗАМЕЧАНИЯ ОБ ОДНОЙ АМЕРИКАНСКОЙ КНИГЕ ПО ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ [1]

На книжном рынке за последние годы — как в нашей стране, так и за рубежом — все большее место начинает занимать литература, освещающая историю различных отраслей науки и техники. Основную часть ее составляют журнальные статьи, брошюры, книги по отдельным, сравнительно узким вопросам и, значительно реже, работы обобщающего характера. Между тем именно они представляют наибольший интерес для широкого круга читателей, так как помогают им разобраться в основных тенденциях все убыстряющегося и усложняющегося развития гигантских отраслей индустрии и тесно связанной с ними науки.

Вот почему привлекает внимание изданная в 1954 г. в Нью-Йорке капитальная монография американского профессора Куртиса Роберта Хелла «История американской индустриальной науки».

Хелл — один из видных американских историков науки и техники. Более четверти века он состоит профессором в крупных университетах Америки. Хелл является автором ряда работ по истории химии, среди которых получила широкую известность его монография о выдающемся химике Самуэле Лейтеме Митчеле. Ему принадлежат также многочисленные работы по истории медицины и хирургии. Во время второй мировой войны он был главным гражданским историком Корпуса связи американской армии и посвятил его истории несколько монографий.

Многогранность интересов и большой опыт работы, естественно, привели Хелла к мысли создать капитальный, но в то же время понятный для широкого круга читателей труд, освещающий какую-либо узловую проблему современной науки и техники в ее историческом развитии. Одной из таких проблем является взаимосвязь между наукой и технологией, углубившаяся настолько, что, как справедливо сказано в предисловии к книге «... мы часто оказываемся не в состоянии заметить разницу между двумя этими понятиями» (стр. X). Эту общность науки и технологии американцы назвали «индустриальной наукой» и создали в 1951 г. при Американской ассоциации прогресса науки секцию индустриальной науки, на которую была возложена пропаганда всемерного внедрения научных достижений в производство.

Одним из методов пропаганды явилось историческое освещение связи науки и технологии, наглядно показывающее ее огромное значение в успехах производства и самой науки. Выполнить эту задачу и взялся Хелл в своей книге. Наряду с этим на основании исторического анализа он попытался указать на те «области знаний и дисциплин, которые являются теперь особенно обещающими как для расширения науки, так и для расширения производительности современной индустрии» (стр. X) и которые позволят «удержать США на переднем фронте технологического и индустриального напряжения» (стр. XII).

Содержание книги свидетельствует, однако, и о других намерениях автора, но вначале рассмотрим, как разрешена основная ее задача, указанная выше.

В целом Хеллу удалось в легко доступной для широкого круга читателей форме показать историю достижений американского народа в индустриализации страны и особенно быстрое развитие техники с начала текущего века, когда использование научных достижений стало неотъемлемой чертой индустриального прогресса.

После краткого обзора состояния производства с начала колонизации Америки до возникновения крупной машинной индустрии Хелл анализирует развитие важнейших, по его мнению, отраслей — таких, как железнодорожный, водный, автомобильный и воздушный транспорт, химическая индустрия, электротехника и связь, металлургия и горное дело, добыча нефти и природного газа, производство резины, бумаги, книг, пищевых продуктов и одежды.

Освещая историю железнодорожного транспорта, автор на ряде примеров показывает, как запросы индустрии и торговли вызывали появление новых усовершенствованных конструкций специальных вагонов и локомотивов. Он подчеркивает исключительное значение железных дорог для индустриализации Америки и освоения природных богатств Запада. Раздел завершается обзором тенденций современного транспорта, среди которых к наиболее важным относится использование дизельных локомотивов и газотурбовозов. Интересно отметить, что широкое применение дизельных локомотивов, перевозящих свыше 65% всех грузов и 70% пассажиров (стр. 403), потребовало около тридцати лет экспериментальной работы (стр. 65).

Успехи развития железнодорожного транспорта явились причиной упадка внутреннего водного транспорта. Таков закон уродливого, однобокого развития техники капитализма. Жестокая конкуренция, строительство железных дорог вдоль рек и каналов свели почти на нет долю речного транспорта в общем объеме грузоперевозок. Цифры, приведенные в книге, убедительно подтверждают этот факт. Так, если в 1888 г. пароходы по Эрио-каналу перевозили 18% всех грузов между Нью-Йорком и Буффало, то уже в 1904 г. объем таких перевозок снизился до 3% (стр. 69).

Не блестяще положение и морского торгового флота. Показывая его развитие лишь цифровыми данными, отражающими тоннаж и количество построенных судов, автор вынужден признать, что только «новая война снабжает необходимым стимулом морской торговый флот, продолжительно чахнущий» (стр. 77).

Раздел, освещающий историю создания массового дешевого автомобиля, интересен тем, что наглядно показывает читателю, как с появлением автомобильной индустрии возникли новые отрасли промышленности по производству специальных сталей, покрышек и камер, специальных лаков, небьющихся стекол, пластмасс, автомобильного бензина и т. д., вызвавшие в свою очередь большой размах экспериментальных научно-исследовательских работ.

Много места в книге уделено истории авиации — с ее первых шагов до наших дней. Но странно, что автор, задавшись целью показать взаимосвязь науки и техники, почти не упоминает об аэродинамике, а ведь именно с ее развитием начался подлинный триумф авиации. Приведенная в разделе об авиации внушительная цифра перевезенных пассажиров (свыше 13 млн. в 1948 г.) (стр. 116) и грузов

[1] Courtney Robert Hell. History of American industrial Science. History Department, Queens College. New York, 1954.

свидетельствует о значительном развитии коммерческого авиатранспорта в Америке. Однако огромные непроизводительные конкурентные расходы авиационных коммерческих фирм в погоне за новыми моделями самолетов приводят к тому, что авиационная индустрия до сих пор не в состоянии ввести поточное производство и стандартизацию (стр. 122), столь необходимые для совершенствования технологических процессов.

Химическое производство в Америке, так же как и в других странах, носило вначале кустарный характер и было связано в основном с изготовлением химикатов для дубления кож, красителей для тканей, мыла и т. д. Заметное оживление и расширение химическое производство получило в период войн конца XVIII и середины XIX вв., когда резко возросла потребность в черном порохе и других взрывчатых веществах. Последние нашли также широкое применение в горном деле и при прокладке новых железных дорог. Ранняя химическая промышленность целиком базировалась на исследованиях и процессах, разработанных европейскими химиками, и эта зависимость сохранялась в течение многих лет (стр. 127).

В конце XIX в. были заложены прочные основы для создания химической индустрии: синтетические ткани, целлюлозные пластики, взрывчатые, щелочные продукты и др. вещества вышли из стадии лабораторных экспериментов и заняли солидное место в промышленной технологии.

XX век — век обширной химической индустрии, тесно связанной с крупными исследовательскими центрами. Результатом их работы явились новые самостоятельные отрасли производства синтетических тканей, кислорода, переработки ацетилена в синтетическую резину, неопрен и виниловые пластические материалы, производства удобрений и химических веществ для улучшения структуры почвы, быстро сохнущих красок и т. д. Химия проникла буквально во все отрасли промышленности. Эта мысль автора подтверждается рядом ярких примеров.

Однако, отмечая успехи современной американской химической промышленности и большие перспективы для ее будущего, Хелл не в состоянии скрыть ряд моментов, отрицательно сказывающихся на развитии в капиталистических странах техники. Это опять-таки огромнейшие расходы на конкурентную борьбу, которая вынуждает фирмы тратить колоссальные средства с единственной целью поддерживать внимание покупателя к изделиям фирмы новинками и с их помощью обеспечивать себе львиную долю прибылей. Компания Дюпон, например, тратит ежегодно 38 млн. долларов на исследовательскую работу, значительная часть которой ведется на всякий случай, чтобы не опередили другие конкуренты. Поэтому не вызывает удивления крайне низкий процент внедрения завершенных работ в производство. Из 136 запланированных компанией Дюпон в 1948 г. лабораторных исследований только 8 дали продукты, имевшие коммерческий успех на рынке в 1951 г. (стр. 138).

Развитию электротехники, телефонии, радиосвязи и электроники уделено в книге значительное внимание. Читатель получает наглядное представление не только об их истории, но и о принципах действия таких сложных систем, как радио-релейная связь, телевидение, электронные счетные машины и о научных исследованиях в этих областях техники.

Популярно изложены в книге разделы об Александре Грехэме Белле, изобретателе первого телефона (стр. 151), о Томасе Эдисоне (стр. 157) и о многих других изобретателях различных аппаратов, машин и приборов.

Но если Хеллу удается с интересом рассказывать об изобретателях и ученых конца прошлого и начала текущего века, то его повествование о нашем времени становится бесцветным, так как люди науки и техники исчезают со страниц книги, остаются только наименования крупнейших капиталистических монополий.

Достижения американской электроэнергетики весьма значительны; об этом свидетельствует увеличение производства электроэнергии в два с половиной раза с начала второй мировой войны до 1952 г. Между тем в книге нет специального раздела об электроэнергетике, а приведены лишь разбросанные по многим главам цифровые данные о мощностях некоторых станций и описание одного крупного проекта современной гидроэнергетической системы.

В районе городка Скагуей на Аляске, близ границы с Канадой, были обнаружены крупные запасы алюминиевых руд. Невдалеке от Скагуея, но уже на территории Канады, в горном массиве на высоте в 2200 футов над уровнем моря, расположены пять крупных озер. У инженеров, естественно, возникла мысль использовать энергию воды этих озер. По разработанному проекту (стр. 411) предполагалось пропустить воду по тринадцатимильному туннелю к расположенной на высоте 1100 футов гидростанции с восьмью генераторами, мощностью в 100 тыс. лошадиных сил каждый. Далее водный поток направлялся по второму восьмимильному туннелю ко второй гидростанции, расположенной уже на уровне моря и имеющей также восемь аналогичных по мощности генераторов. Как гидростанции, так и алюминиевый завод с годовой производительностью 200 тыс. т алюминия предполагалось соорудить на территории Аляски. Следовательно, вода — канадская, а электроэнергия и алюминий — американские.

Крупные канадские монополии, поставщики алюминия, боясь усиления конкуренции американского алюминия, выдвинули встречный проект создания каскада гидростанций в районе Ванкувера, электроэнергию которых предполагалось также использовать для производства алюминия. Сложная закулисная борьба монополий вокруг двух проектов, которые, как мягко выражается Хелл, «в некоторых направлениях конкурируют», совершенно исключает или, в лучшем случае, на много лет затягивает осуществление столь интересных технических замыслов.

Главы книги, освещающие горное дело (добычу угля и руд), металлургию и добычу неметаллических минералов и нефти, написаны слабее других разделов.

Достаточно сказать, что работы Д. К. Чернова о фазовых превращениях в стали и кристаллизации стального слитка, заложившие научный фундамент металлургии и признанные во всем мире, в том числе и американскими металлургами, не нашли отражения в рецензируемой книге.

Чувствуется, что автор не смог глубоко вникнуть в узловые проблемы этих отраслей, и показать, как научные достижения помогали решать возникавшие в производственной практике затруднения.

Но одно обстоятельство обращает на себя внимание: это неоднократно выражаемая автором тревога по поводу быстро надвигающегося полного истощения ряда важнейших полезных ископаемых.

По подсчетам Министерства горного дела, опубликованным в конце 1949 г., разведанных запасов нефти на территории США «достаточно для обеспечения в течение примерно тринадцати (!) лет при современных темпах потребления» (стр. 223). Хелл не видит иных причин этому, кроме стремительного развития индустрии и роста потребностей все возрастающего населения. Однако есть и другая причина — хищническая добыча полезных ископаемых капиталистическими монополиями. Хелл признает, что «огромнейшая часть нефти остается в земле и, возможно, менее двадцати пяти процентов подземной нефти достигает нефтепровода» (стр. 222), но забывает сказать о способе добычи, приводящем к таким результатам. Между тем один лишь перечень упоминаемых им потерь от «пожаров, утечки или выпаривания» говорит сам за себя. Такой характер потерь более всего присущ фонтанному, хищническому способу добычи нефти, столь распространенному в Америке.

Одна из самых больших по объему глав книги посвящена истории открытия резины и развитию ее производства из естественного и синтетического сырья.

Столь пристальное внимание автора к данной отрасли можно объяснить лишь тем, что на ее примере Хелл смог более наглядно показать помощь науки индустрии в решении одной из труднейших проблем создания синтетического каучука. Однако, говоря об американских, английских и немецких исследователях, кропотливо раскрывавших тайны строения резины и разработавших технологические процессы получения синтетического каучука, Хелл ни словом не упоминает выдающихся работ С. В. Лебедева, указавшего правильные пути решения этой проблемы. Вообще полное пренебрежение к работам русских и советских ученых, даже всемирно признанных, является характерной особенностью рецензируемой книги, но на сей счет у ее автора, как будет сказано далее, имеются особые соображения.

Довольно подробно в книге анализируется развитие производства бумаги и книгопечатания.

Здесь интересны сведения об исследовательских работах, позволивших получать при изготовлении бумаги многие побочные продукты, успешно примененные в производстве линолеума, очищении руд во флотационном процессе и т. д. (стр. 300).

Описание огромного значения научных достижений для сельского хозяйства, производства продуктов питания и одежды занимает в книге наибольшую по объему главу, открывающуюся словами Луи Пастера: «В наш век наука является душой процветания нации и жизненным источником всего прогресса» (стр. 302).

Хелл правильно замечает, что настоящая помощь науки сельскому хозяйству могла прийти лишь с началом механизации последнего в девятнадцатом веке.

Краткое изложение истории основных этапов механизации сельскохозяйственного труда и обзор современного состояния сельского хозяйства свидетельствуют о высоком уровне механизации и электрификации фермерских хозяйств.

Но все ли фермеры в состоянии пользоваться благами науки и техники? И здесь сквозь общий оптимистический колорит книги прорываются, вопреки желанию автора, суровые факты американской жизни, свидетельствующие о массовом разорении мелких фермеров, вынужденных бросать свои хозяйства и искать заработок в городах. Только за десятилетие с 1941 по 1951 г. сельское население США уменьшилось более чем на 5 млн. (стр. 316).

Одним из важных результатов использования научных достижений в практике явилось повышение точности измерений в технологических операциях. В книге дан обзор развития механических и электронных устройств, ускоряющих производство всевозможных расчетов, а также оптических сверхчувствительных приборов, позволяющих контролировать микроскопические процессы.

В кратком вступлении к книге Хелл справедливо говорит о трудностях, испытываемых авторами обобщающих работ в отношении отбора тех разделов науки и техники, которые следует осветить или опу-

стить совсем, и полагает, что он такой отбор сделал правильно.

Однако с этим нельзя согласиться. В книге нашлось место для описания производства оберточной бумаги, всевозможной упаковки, мыла и ни слова не сказано о машиностроении, являющемся носителем технического прогресса всей индустрии.

Таково, в основном, содержание книги, показывающее нам историческое развитие науки и техники в США, в их взаимосвязи. Наряду с этим Хелл привел нам новые факты, которые, помимо его желания, определенно указывают на наличие серьезных противоречий в капиталистическом мире, тормозящих развитие науки и техники. Эти факты пока немногочисленны, но они несомненно являются симптоматичными.

Книга Хелла, как было указано вначале, преследует и еще одну цель. Действительно, уже во вступлении автор предупреждает, что он не будет касаться социальных вопросов, таких как рабочее движение, занятость населения, индустриальная борьба (т. е. забастовки), мотивируя это наличием специальной литературы по указанным проблемам (стр. XIV).

«Реальный вопрос в том,—пишет Хелл,— много ли наших руководящих индустриалистов (т. е. капиталистов. — *Ю. С.*), рабочих лидеров, правительственных чиновников, знающих факты прошлого и настоящего, пожелают изменить нашу систему в другую? Несовершенство может быть исправлено, и это будет сделано. Изменение же американской экономической системы в другую будет бедствием огромного национального и интернационального значения» (стр. XV).

Вот, оказывается, что беспокоит профессора Хелла. Отбросив в сторону все социальные проблемы, он попытался нарисовать в своей книге идеализированную картину американского образа жизни.

В самом деле, любая глава книги построена по следующей схеме. Начало или середина прошлого века. Стихийный рост капитализма. Вокруг крупных изобретений возникают многочисленные индустриальные фирмы для их эксплуатации. Между фирмами идет ожесточенная конкурентная борьба, приводящая к многочисленным банкротствам. Техника развивается недостаточно быстро, так как фирмы не имеют необходимых средств. Постепенно ускоряется процесс объединения фирм, и к концу века в каждой отрасли остается всего лишь по нескольку крупнейших корпораций. С этого момента, по мнению Хелла, техника и наука получают все возможности для гигантского развития: конкуренция уничтожена (стр. 59), корпорации располагают большими средствами для проведения научных исследований и разработки естественных ресурсов. Хелл, однако, не может скрыть, что «американский народ имел и имеет большое подозрение к огромным компаниям в индустрии» (стр. 312). Тем не менее, сокрушаясь по поводу того, что якобы несправедливо и слишком «много вздора написано о жадности индустриалиста, его интригах в овладении власти и его желании стать «торговцем смерти» (стр. 376), Хелл привлекает весь арсенал своих средств, чтобы доказать, что это не так. Он полностью замалчивает последствия крупнейших кризисов американской экономики, например кризис 1929—1931 гг. Кроме того, книга завершается несоразмерно объемистой главой «Индустриальная наука и национальная оборона», где капиталист показан всячески старающимся избежать военных заказов и лишь под нажимом правительства и в силу «патриотизма» вынужденным заняться военным производством. В главе дается подробный анализ двух мировых войн, причем, победный исход приписывается наличию крупнейших корпораций, руководители которых встали у руля военного производства (стр. 389).

Ясно, зачем это нужно профессору Хеллу. Нарисованная им розовая картина расцвета науки и техники под крылышком крупнейших капиталистических корпораций нереальна в мирной обстановке. Он и сам вынужден это признать. «Так как американская фаза войны была безгранично больше, чем в 1917—1918 гг.,— пишет Хелл,— удаление обширного рынка, возникшего благодаря мировой войне, содержало возможность серьезной встряски нашей экономики» (стр. 401). Выход из этого положения Хелл видит только в одном: спасаясь от кризиса, ратовать за военную экономику, представляя, однако, ее развитие как вынужденное, вызванное якобы давлением со стороны «коммунистического блока». И, как признает Хелл, в настоящее время «огромная часть экономики поставлена на производство военных предметов» (стр. 401).

Отсюда становится понятным, почему Хелл почти ничего не говорит о мирном использовании атомной энергии, но зато всячески расписывает разрушительную силу водородной бомбы (стр. 413).

Не потому ли шестьдесят шесть крупнейших корпораций Америки с такой охотой предоставили профессору Хеллу свои обширные архивные и документальные материалы? История науки и техники была поставлена в данном случае на их службу.

Ю. И. Сорокин

АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1956 • ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ • Вып. 2

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

В ИНСТИТУТЕ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР

В УЧЕНОМ СОВЕТЕ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

В конце 1954 г. Ученому совету Института истории естествознания и техники Академии наук СССР было предоставлено право присуждения ученых степеней доктора и кандидата физико-математических, химических, геолого-минералогических, географических, биологических и технических наук за работы по истории соответствующих отраслей науки и техники.

За минувший период в Институте были защищены следующие диссертации.

14.XII 1954 г. доцент Московского высшего технического училища им. Баумана, кандидат технических наук В. И. Прокофьев защитил диссертацию на тему «Роль Московского высшего технического училища в развитии науки, техники и высшего образования» на соискание ученой степени доктора технических наук.

На примере деятельности одного из старейших научно-технических заведений диссертант показал пути, по которым на протяжении более ста лет шло развитие технических наук и высшего технического образования в нашей стране.

1. II 1955 г. младший научный сотрудник Института И. В. Батюшкова защитила диссертацию на тему «Из истории развития представлений русских ученых о причинах землетрясений (дореволюционный период)» на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук.

Диссертация, посвященная одному из важных разделов современной геологии, вызвала оживленную дискуссию, в которой приняли участие: профессора Д. И. Горделеев, Г. П. Горшков, Е. А. Радкевич, А. Т. Донабедов, И. Н. Рубцов, Н. А. Фигуровский.

8.III 1955 г. П. И. Баринова защитила диссертацию на соискание ученой степени кандидата технических наук, на тему «История развития вытяжного прибора в хлопкопрядении».

12.IV 1955 г. состоялась защита диссертации А. Н. Вяльцева на тему «История проблемы ядерных сил» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук. Работа охватывает, примерно, пять лет с момента возникновения проблемы ядерных сил. В заключительной части излагается взгляд диссертанта на перспективы развития проблемы ядерных сил. Диссертация вызвала оживленные прения. В дискуссии принимали участие: профессора Б. Г. Кузнецов, Д. Д. Иваненко и другие.

14.VI 1955 г. А. Г. Чертов защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук на тему «Популяризация физики учеными Московского университета (с середины XIX века до Великой Октябрьской социалистической революции)».

В диссертации подробно рассматривается популяризация физических знаний А. Г. Столетовым, Н. А. Умовым, П. Н. Лебедевым, Н. А. Любимовым, вопрос о деятельности физиков Московского университета в Народном университете им. Шанявского и Обществе распространения физических знаний им. Умова.

21.VI 1955 г. состоялась защита диссертации В. С. Немченко на соискание ученой степени кандидата технических наук на тему «Механизация выемки угля на пологопадающих пластах Донбасса в первой пятилетке (1928—1932 гг.)».

В диссертации освещается развитие механизации основного производственного процесса — выемки угля на пологих пластах Донбасса в первой пятилетке — в период, определивший в основном развитие техники добывания угля в последующее время. Работа показывает творческие поиски в деле развития комплексной механизации выемки угля.

7.VII 1955 г. диссертацию на соискание ученой степени доктора химических наук

на тему «Основные направления развития органической химии в России (химия углеводородов, кислородсодержащих и азотосодержащих веществ)» защищал докторант Института, кандидат химических наук Ю. С. Мусабеков. В диссертации подробно освещена история развития исследования основных классов органических веществ в России.

1.XI 1955 г. состоялась защита диссертации аспиранта кафедры истории техники Московского ордена Ленина энергетического института им. В. М. Молотова Л. И. Уваровой на соискание ученой степени кандидата технических наук. Тема диссертации — «Развитие техники передачи энергии от двигателя к рабочей машине (в доэлектрический период)».

20.XII 1955 г. состоялась защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук аспирантом Института П. Б. Соколовым на тему «Работы русских ученых по созданию и совершенствованию методов аэродинамического расчета самолета».

В диссертации показано возникновение и развитие методов аэродинамического расчета самолетов, отмечен вклад отечественных ученых в разработку теории авиации и аэродинамического расчета самолетов. Развитие методов аэродинамического расчета самолетов представлено в связи с развитием авиационной науки и техники, в сопоставлении с работами зарубежных ученых-аэродинамиков. Исследование охватывает большой период времени, с первых попыток обоснования возможности полета на аппаратах тяжелее воздуха и до начала Великой Отечественной войны 1941—1945 гг. Научный руководитель диссертанта академик Б. Н. Юрьев и официальные оппоненты — доктор физико-математических наук Г. В. Каменков и кандидат технических наук, доцент И. В. Стражева отметили высокий научный уровень диссертации.

В тот же день состоялась защита диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук младшим научным сотрудником Института В. И. Чернышевым на тему: «К истории развития техники в первые годы Советской власти (1917—1927 гг.)».

23.XII 1955 г. в Московском ордена Ленина Энергетическом институте им. В. М. Молотова состоялась защита диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук старшим научным сотрудником, докторантом Института истории естествознания и техники В. А. Голубцовой на тему: «История и перспективы развития электроизолирующих материалов для электрических машин, аппаратов, проводов и кабелей».

Диссертант посвятил свое исследование истории развития электроизолирующих материалов, их применений в электротехнических конструкциях, технико-экономическим вопросам, анализу физико-химических свойств диэлектриков и выявлению перспективных групп диэлектриков, развитие которых будет способствовать созданию в ближайшее время более совершенных электротехнических конструкций. Особое место уделено развитию отдельных групп изолирующих материалов в СССР за годы пятилеток. Разработанный докторантом графический метод изображения истории развития электроизолирующих материалов в СССР позволяет наблюдать историческое развитие качественных и количественных изменений, происходящих в отдельных группах электроизолирующих материалов.

Полученный на основании этого метода иллюстративный материал в настоящее время уже используется в Энергетическом институте в качестве наглядных пособий при чтении лекций.

М. Д. Эльман

ВТОРАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ МОЛОДЫХ СПЕЦИАЛИСТОВ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

12—13 декабря 1955 г. в Институте истории естествознания и техники состоялась II научная конференция младших научных сотрудников и аспирантов.

В заслушанных на конференции докладах приводилось много новых научных фактов и обобщений из истории науки и техники. Аспирантка О. И. Павлова в докладе «Работы по гальванотехнике М. Лейхтенбергского и Е. И. Клейна» указала на большое значение работ учеников Б. С. Якоби в деле промышленного применения гальванотехники.

Работам Р. Э. Ленца по электрохимии было посвящено выступление аспиранта Е. А. Будрейко.

Аспирант М. Г. Файерштейн сделал доклад на тему: «Роль Д. И. Менделеева в утверждении закона Авогадро», в котором показал, что Менделеевым был дан общий метод определения молекулярного веса газообразных веществ по их плотности.

Роли русских металлургов в развитии бессемерования в России был посвящен доклад младшего научного сотрудника В. Б. Яковлева. Интересные данные об отношении А. М. Горького к истории науки привел в своем докладе младший научный сотрудник Г. А. Менделевич.

В неопубликованном письме к профессору А. Д. Некрасову в 1930 г. А. М. Горький указывал на необходимость издания популярной «Истории науки». «Популярных книг по истории научных дисциплин,— писал А. М. Горький,— у нас нет, и молодой наш читатель весьма нуждается в этих книгах».

А. М. Горький составил обширный проспект издания «История сельского хозяйства от первобытных времен до наших дней».

Истории геодезической и географической науки в России были посвящены доклады аспирантки З. К. Новокшановой «Из истории объединения топографо-геодезических и съемочных работ» и младшего научного сотрудника В. Н. Федчиной «К вопросу нахождения острова Сомнительного на полярной карте М. В. Ломоносова (1763 г.)».

Аспирантка Н. М. Меркулова в докладе «Аэродинамическая лаборатория в Кучино» изложила сущность экспериментальных работ, проведенных в этой лаборатории, и сопоставила их с работами, проводившимися в аэродинамических лабораториях Франции, Германии и Англии.

Об истории развития методов расчета самолета на прочность рассказал аспирант В. Н. Сокольский, использовавший большой архивный и литературный материал.

Аспирантка С. А. Шлыкова в докладе «Создание русской школы тяговотеплотехнических испытаний паровозов» показала значение научных экспериментов в развитии совершенных конструкций паровозов.

Подробному обсуждению участниками конференции был подвергнут доклад аспиранта П. А. Надальяка «Возникновение первых землеройных машин с механическим двигателем».

Аспирант Е. М. Малов посвятил свой доклад истории появления первых рабочих машин в текстильной промышленности.

В докладе младшего научного сотрудника А. И. Черепнева «К истории развития минералокерамического инструмента» освещено новое направление в металлообработке — применение минералокерамических резцов.

Младший научный сотрудник Г. А. Березина выступила с сообщением «Учение И. П. Павлова о типах высшей нервной деятельности и его место в истории науки».

О научном содружестве крупнейших ученых Б. Б. Голицына и П. Н. Лебедева доложил младший научный сотрудник П. И. Зюков.

Всего на конференции заслушано 15 докладов, которые изданы отдельным сборником.

Итоги научной конференции были подведены в выступлении и. о. директора Института И. В. Кузнецова.

В обсуждении докладов приняли участие доктора наук: Н. И. Барбашов, В. А. Голубцова, С. А. Погодин, кандидаты наук Ю. И. Соловьев, Ю. Н. Сорокин, А. А. Чеканов, В. Г. Шальнев и другие.

М. И. Мосин

ЮБИЛЕЙ И. В. МИЧУРИНА

Нет такого человека в нашей стране, которому не было бы известно имя выдающегося биолога, великого преобразователя природы, Ивана Владимировича Мичурина. Миллионы людей — ученые, колхозники, работники сельского хозяйства, опытники, любители-садоводы — руководствуются мичуринскими идеями, повседневно используют мичуринские методы и приемы в своей практической деятельности. Вот почему советский народ так широко отметил исполнившееся 27 октября 1955 г. столетие со дня рождения Мичурина.

27 октября в Большом театре состоялось торжественное заседание Академии наук СССР, Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина, совместно с представителями министерств, научных учреждений, передовиками сельского хозяйства.

На юбилейном заседании присутствовали многочисленные советские ученые, агрономы, зоотехники, новаторы и передовики колхозного и совхозного производства, последователи И. В. Мичурина из Китая, Польши, Чехословакии, Венгрии, Румынии, Болгарии, Албании, Германской Демократической Республики, Корейской Народно-Демократической Республики, Вьетнама, Франции, Югославии, Японии, Пакистана, Швейцарии, Бельгии и других стран.

В президиуме торжественного заседания были товарищи Н. А. Булганин, К. Е. Ворошилов, Л. М. Каганович, Г. М. Маленков, М. Г. Первухин, М. З. Сабуров, Н. И. Беляев, Д. Т. Шепилов, П. П. Лобанов, министр сельского хозяйства СССР В. В. Мацкевич, министр высшего образования СССР В. П. Елютин, министр культуры СССР Н. А. Михайлов, секретарь МК КПСС И. В. Капитонов, секретарь МГК КПСС Е. А. Фурцева.

Во вступительном слове президент Академии наук СССР А. Н. Несмеянов отметил, что имя Ивана Владимировича Мичурина — одного из замечательных естествоиспытателей нашей родины и всего мира — стоит рядом с именами основоположников целых областей биологической науки, таких корифеев, как Ламарк, Дарвин, Ковалевский, Сеченов, Павлов. Основой научного мировоззрения Мичу-

рина было признание глубокого единства и взаимодействия организма и среды его обитания.

Великий Ленин открыл Мичурина, сказал далее А. И. Несмеянов. Таким, каким И. В. Мичурин вошел в историю современного научного естествознания, он стал благодаря заботе и щедрой помощи Коммунистической партии, Советского государства, благодаря тем условиям, которые создал социалистический строй для развития научной мысли. За годы, прошедшие после кончины И. В. Мичурина, советские биологи, специалисты сельского хозяйства, творчески развивая мичуринское учение, добились значительных успехов. Необходимо использовать все возможности науки для нового мощного подъема сельскохозяйственного производства нашей страны.

С докладом на тему «Сто лет со дня рождения выдающегося ученого-биолога» выступил Т. Д. Лысенко. Он подробно остановился на основных положениях мичуринского учения.

Докладчик подчеркнул, что все шире распространяющиеся во всем мире мичуринское биологическое учение и мичуринское движение являются фактором дружбы народов. Сила мичуринского учения — в его материализме, в материализме не созерцательном, а действенном, направленном на преобразование форм животных и растений в интересах человека. Мичуринское учение — руководство для биологов. Оно дает им возможность управлять природой сельскохозяйственных растений и животных.

Мичурин неустанно повторял завет великого Ленина об обновлении земли. Миллионы тружеников, участников народного мичуринского движения претворяют этот завет Ленина в дело повышения урожайности полей, повышения продуктивности животных.

Полный текст доклада академика Т. Д. Лысенко опубликован в № 6 журнала «Агробиология» за 1955 г.

Столетию со дня рождения И. В. Мичурина была посвящена научная сессия Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина при участии Института генетики Академии наук СССР, Всесоюзного института животноводства и других научных учреждений, вузов и передовиков сельского хозяйства.

Сессия была исключительно многолюдна: в пленарных и секционных заседаниях приняло участие около двух тысяч человек, было сделано свыше 250 докладов. На пленарных заседаниях были прочитаны доклады на следующие темы: «О мичуринском наследии», «И. В. Мичурин — основоположник творческого дарвинизма», «Мичуринские принципы в селекции зерновых культур», «Сорта сельскохозяйственных культур Всесоюзного ордена Трудового Красного Знамени селекционно-генетического института им. Т. Д. Лысенко», «Достижения селекции в СССР», «Мичуринское учение в животноводстве», «Принципы учения И. В. Мичурина и новые приемы повышения жизненности и изменения наследственности сельскохозяйственных животных», «Мичуринское учение в микробиологии», «Об идейном единстве учений И. В. Мичурина и И. П. Павлова», «Мичурин и сибирское садоводство», «Взгляды Дарвина и Мичурина на роль среды и изменчивости организмов», «Учение И. В. Мичурина об оплодотворении растений в свете новых экспериментальных данных», «Развитие мичуринского учения за рубежом».

Во всех докладах подчеркивалось, что единственно правильное направление в биологии — мичуринское материалистическое учение.

С сообщениями и приветствиями на сессии выступили ученые зарубежных стран — Китая, Чехословакии, Венгрии, Болгарии, Германской Демократической Республики, Румынии, Польши, Албании, Корейской Народно-Демократической Республики, Монголии, Вьетнама, Югославии, Франции, Японии, Пакистана, Швейцарии, Бельгии. Группа участников сессии и иностранных гостей посетила г. Мичуринск и возложила венок на могилу великого преобразователя природы.

По окончании сессии во Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина состоялся прием иностранных ученых, приглашенных на сессию. На приеме присутствовали ученые, прибывшие из 18 стран. Академик Т. Д. Лысенко ознакомил зарубежных гостей с достижениями мичуринскойбиологии, с научными проблемами, над которыми работают советские биологи.

В Академии состоялся также прием опытников-мичуринцев, участвовавших в работе сессии.

Опытникам-мичуринцам, передовикам садоводства, многим ученым — участникам сессии были вручены юбилейные медали «В ознаменование 100-летия со дня рождения И. В. Мичурина».

Этой дате были посвящены собрание биологического отделения Академии наук СССР, сессии академий наук союзных республик, заседания ученых советов высших учебных заведений и т. д.

Повсеместно в колхозах, совхозах, на машинно-тракторных станциях, на промышленных предприятиях, в учреждениях, в районных домах культуры, в сельских клубах, в домах пионеров, в школах, техникумах состоялись мичуринские вечера. На этих вечерах с докладами и сообщениями выступали научные работники, преподаватели биологии, агрономы, передовики растениеводства и животноводства, колхозные садоводы, члены Общества по распространению политических и научных знаний, участники Всесоюзной сельскохозяйственной выставки.

Во многих городах происходили конференции мичуринцев, слеты юных натуралистов-мичуринцев.



Медаль, выбитая к столетнему юбилею со дня рождения И. В. Мичурина

На научных конференциях и мичуринских вечерах докладчики не ограничивались общей оценкой вклада, внесенного великим естествоиспытателем в науку, приводили богатый материал о достижениях последователей Мичурина в данной области, в данном районе, колхозе.

Жизни и деятельности ученого, а также значению его работ были посвящены многочисленные радиопередачи. В кинотеатрах страны демонстрировались фильмы о Мичурине.

Группа профессоров, доцентов, преподавателей Львовского сельскохозяйственного института прочитала лекции о Мичурине для колхозников 19 сельхозартелей Городокского района. Эти лекции, на которых присутствовало около 1500 человек, положили начало планомерной популяризации мичуринского учения среди колхозников области.

Большой опыт пропаганды мичуринского учения накоплен редакцией газеты «Віцебскі рабочы». С 1948 г. редакция совместно с райкомами партии, райисполкомами и МТС проводит в колхозах «мичуринские вечера». Проведено уже свыше 80 таких вечеров; в них приняли участие около 10 тысяч колхозников, руководителей сельскохозяйственных артелей, специалистов сельского хозяйства. На вечерах обсуждались вопросы повышения урожайности, обработки и удобрения почвы, семеноводства, животноводства. К чтению лекций на вечерах привлекались звеньевые, бригадиры полеводческих бригад, животноводы, специалисты сельского хозяйства, научные работники. Лекции часто сопровождались демонстрацией сельскохозяйственных кинофильмов.

Редакция стремится связать тематику «вечеров» с производственной практикой. «Вечера» вызывают живой интерес у колхозников, которые принимают активное участие в обсуждении поставленных вопросов.

На «мичуринских вечерах» организуется чествование старейших работников. На одном из таких вечеров чествовали 66-летнюю колхозницу-доярку А. Ф. Сорока, проработавшую на колхозной ферме 30 лет.

К знаменательной дате были опубликованы некоторые сводные материалы, показывающие, какой популярностью пользуются в нашей стране имя и работы Мичурина.

По данным Всесоюзной книжной палаты, с 1917 по апрель 1955 г. в СССР издано 77 книг И. В. Мичурина на 18 языках, общим тиражом 2326 тыс. экземпляров и 258 книг о нем, на 32 языках общим тиражом 5475 тыс. экземпляров.

Произведения Ивана Владимировича издавались на русском, украинском, белорусском, узбекском, казахском, грузинском и других языках, а литература о нем — также на молдавском, татарском, башкирском, марийском, мордовском-мокша, осетинском, удмуртском, чувашском, якутском, адыгейском, тувинском, нанайском, ненецком, эвенкском, уйгурском. Труды И. В. Мичурина и литература о нем издавались в переводе на английский, испанский, немецкий, польский, французский, китайский и многие другие языки.

Как известно, великий ученый вывел около 300 новых ценных сортов плодовых и ягодных культур. Старшим научным сотрудником Центральной генетической лаборатории имени Мичурина Е. А. Лесюк составлены «Схематическая карта распро-

странения мичуринских сортов в Союзе ССР» и таблица «Распространение некоторых мичуринских сортов в СССР». Карта показывает, что эти сорта произрастают буквально во всех сельскохозяйственных районах нашей страны. Из мичуринских сортов яблони особенно распространены Славянка, Пепин шафранный и Бельфлер-китайка (они районированы в 50 и более краях и областях), из сортов груши — Бере зимняя, Русская малгоржатка и Дочь Бланковой, из сортов вишни — Плодородная Мичурина (районирована в 49 краях и областях), Краса севера и Ширпотреб черная, сливы — Ренклод колхозный, Ренклод-реформа и Ренклод терновый и т. д.

Столетие со дня рождения великого ученого ознаменовано массовой посадкой фруктовых деревьев, закладкой новых садов.

Представление о масштабах этой работы дают такие примеры.

По решению Совета Министров Эстонской ССР в республике с 10 по 16 октября была проведена мичуринская неделя сада.

Во время трехнедельника массовой закладки садов и ягодников, проведенного Белорусской ССР, Белорусская сельскохозяйственная академия заложила новый плодовый сад на площади 75 га. Саду решено присвоить имя И. В. Мичурина. Значительно расширены сады в колхозах Гродненской области: в колхозе имени Адама Мицкевича (Волковысский район) — на 10 га, имени Пономаренко (Лидский район) — на 5 га, имени Горького (Берестовицкий район) — на 3 га и т. д.

Месячник посадки садов и виноградников проведен в Крыму. На сотнях гектаров заложены новые виноградники и ягодные плантации в Симферопольском районе. Колхоз имени Ворошилова Зуйского района подготовил под новые виноградники 100 га.

За последние пять лет колхозы Запорожской области заложили новые сады на площади свыше 7,2 тыс. га и виноградники на площади 2,7 тыс. га. В честь 100-летия со дня рождения И. В. Мичурина закладываются новые сады на площади около 3 тыс. га. Обсаживаются деревьями дороги, озеленяются усадьбы колхозов, МТС, больниц, клубов, а также приусадебные участки колхозников.

На Дальнем Востоке плодопитомнические хозяйства подготовили к неделе сада для продажи колхозам, совхозам и садоводам-любителям свыше миллиона саженцев.

Сады и виноградники создаются на целине. В Фирюзанском плодосовхозе (Туркменская ССР) с каждым годом расширяются площади садов за счет освоения веками пустовавших земель на «Золотом ключе». Весной 1955 г. на целинных землях было высажено около 8 тыс. саженцев сливы, персика, алычи, ореха. Здесь закладываются еще один сад косточковых и ореховых пород и виноградники. На закладке садов используют бульдозеры, грейдеры, мощные тракторы. Вся площадь, отведенная под сад, удобряется органоминеральной смесью, которую вносят в посадочные ямы. В междурядьях сада высевают люцерну, австралийский горох и другие культуры, способствующие улучшению структуры почвы.

Сады закладываются на целинных землях в новых совхозах Южного Урала. В Южном совхозе, организованном в 1955 г., сад будет занимать площадь в 30 га. В Заозерском совхозе на берегу речки Карталы-Аят под сад подготовлено 10 га. Помощь в закладке садов оказывает новым совхозам Челябинская плодоовощная опытная станция.

Деятельное участие в подготовке к столетию со дня рождения Мичурина приняли библиотеки, начиная с крупнейших книгохранилищ страны и кончая районными и сельскими.

Центральная научная сельскохозяйственная библиотека при Всесоюзной сельскохозяйственной академии имени В. И. Ленина совместно с библиотекой СССР имени В. И. Ленина организовала в Доме ученых АН СССР большую выставку произведений И. В. Мичурина, литературы о нем и о его учении. На выставке экспонировалось 750 книг, в том числе 200 на иностранных языках, документы, номера дореволюционных журналов «Русское садоводство» и «Прогрессивное садоводство и огородничество» со статьями Мичурина, портреты, фотографии и т. д.

Большую книжно-иллюстративную выставку устроила Публичная библиотека имени М. Е. Салтыкова-Щедрина (Ленинград). Здесь были широко представлены, в частности, советские издания произведений Мичурина на языках народов СССР, многочисленные издания его работ на английском, французском, немецком, чешском и других иностранных языках.

Основной темой выставки в Государственной библиотеке Латвийской ССР были слова ученого: «При вмешательстве человека является возможным вынудить каждую форму животного или растения более быстро изменяться, и притом в сторону, желательную человеку». Целью выставки было показать многогранную работу Мичурина и его последователей, выдающееся значение их работ для народного хозяйства.

Комбинат «Ленфотохудожник» выпустил массовым тиражом альбом-фотовыставку. Альбом содержит документы, репродукции произведений изобразительного искусства, рассказывающих о жизни и деятельности И. В. Мичурина, фотографические снимки мичуринских сортов яблок, груш и других плодов. В альбоме помещена карта продвижения садов на север и восток СССР.

Интересную выставку устроила кафедра ботаники Педагогического института имени С. М. Кирова (Ленинабад). На стендах были размещены материалы, рисующие обстановку, в которой жил и творил И. В. Мичурин, показывающие тяжелый путь ученого в царской России и расцвет его творческой деятельности после Великой Октябрьской социалистической революции. Другие материалы — диаграммы, рисунки рассказывали о методах и приемах, которые применял великий преобразователь природы при выведении новых сортов плодовых и ягодных растений; о вегетативной гибридизации, об опылении смесью пыльцы, о методе ментора, методе посредника.

На картах Советского Союза были обозначены цветными линиями новые границы произрастания винограда и черешни, продвинутые трудами Мичурина далеко на север, а красными кружками — очаги мичуринского плодоводства в северных районах — в Томске, Новосибирске, Якутске и т. д. На отдельной карте была показана сеть научно-исследовательских институтов, плодово-ягодных станций, опорных пунктов, где на основе мичуринских методов ученые и плодоводы выводят новые сорта растений.

Помимо книжно-иллюстративных выставок, были устроены многочисленные выставки плодов различных сортов, полученных самим Иваном Владимировичем и его последователями.

Экспонаты Московской областной юбилейной выставки по садоводству были размещены в вестибюле станции метро «Арбатская» старого радиуса.

На стеллажах были выставлены сотни сортов яблок. Коллектив Московской плодово-ягодной станции демонстрировал результаты своей селекционной работы — новые сорта яблок, вишен, слив, земляники, смородины, малины, крыжовника. Большие коллекции плодов показала Сельскохозяйственная академия имени К. А. Тимирязева. Среди экспонатов были яблоки, выращенные в совхозе имени Ленина, в коллективных садах, на приусадебных участках москвичей — членов Общества испытателей природы.

На выставке, разместившейся в конференцзале Академии наук Латвийской ССР и приуроченной к юбилейному научному совещанию, демонстрировались новые высокопродуктивные сорта сельскохозяйственных культур; выведенные т. Евдаевым коконы шелковичных червей, улучшенный Институтом биологии Академии наук Латвийской ССР ракоустойчивый сорт картофеля Яунвале, испытанные институтом сорта кукурузы Немчиновская, Белорусская, Воронежская, дающие в Латвийской ССР высокий урожай зеленой массы и початков молочно-восковой спелости, и. т. д.

На выставке, устроенной в главном здании Академии наук Азербайджанской ССР и также приуроченной к юбилейной научной сессии, были представлены работы мичуринцев Азербайджана: ветви кустов хлопчатника новых сортов с раскрывшимися коробочками, высокоурожайная пшеница селекционных сортов Аранданы, Шарк, Севиндж, гранаты, яблоки, груши и другие плоды, коконы новых пород тутового шелкопряда, овощи.

27 октября многие республиканские, краевые, областные, городские и районные газеты дали специальные мичуринские страницы.

Материалы, опубликованные в печати, чрезвычайно разнообразны: от обстоятельных итоговых статей руководителей научных учреждений и опытных станций до коротких заметок о новых сортах, выведенных мичуринцами, и информации о площади, занимаемой садами в том или ином хозяйстве.

Рамки журнальной статьи не позволяют даже вкратце передать содержание этих материалов. Для иллюстрации можно привести следующий пример. В газете «Полярная правда» напечатана статья работников Полярной опытной станции Всесоюзного института растениеводства тт. Манькова и Калинина. За 33 года своего существования эта станция, применяя межвидовую и межсортовую гибридизацию, направленное воспитание и отбор, вывела и выделила свыше 80 сортов более чем 60 видов сельскохозяйственных растений, в том числе 25 видов овощных культур и картофеля, 5 видов зерновых, 20 видов кормовых трав, 7 видов силосных культур, 5 видов ягодных культур. В работе станции полностью подтвердилась правильность положений мичуринской науки о роли внешней среды в формообразовании живых организмов, в становлении признаков и свойств растений. Все хибинские сорта, выведенные станцией в условиях длинного дня и низких температур короткого северного лета, резко отличаются своей скороспелостью и холодостойкостью от южных сортов, формировавшихся в иных условиях.

На газетных страницах рассказывается об опыте и достижениях наших ученых, селекционеров, опытников, новаторов сельскохозяйственного производства во всех областях растениеводства и животноводства, об их планах, творческих замыслах.

В газетах помещены воспоминания учеников и последователей Мичурина о встречах с ним. В частности, на страницах газеты «Казахстанская правда» выступил с воспоминаниями научный сотрудник Казахского сельскохозяйственного института селекционер Т. Моисеев, в газете «Ленинградская правда» — звеньевая колхоза «Победа» Рощинского района Л. Калугина, в газете «Советская Кубань» — заместитель директора Краснодарской плодово-виноградной опытной станции М. Колесников, в «Дагестанской правде» —

садовод колхоза имени Сталина Буйнакского района Муртузали Кадыров.

Необходимо собрать, изучить и обобщить большой интересный материал, опубликованный в газетах.

К столетию со дня рождения Мичурина вышел в свет сборник «Мичуринское учение на службе народу» в трех томах. В нем помещены статьи советских и зарубежных ученых, полеводов, плодоводов, овощеводов, животноводов и т. д. Очередные номера ряда биологических и сельскохозяйственных журналов были целиком посвящены И. В. Мичурину.

В 1955 г. действительный член-академик ВАСХНИЛ И. И. Презент опубликовал ряд новых материалов об И. В. Мичурине. Одна из этих публикаций, помещенная в журнале «Вопросы философии», посвящена обстоятельствам первого знакомства В. И. Ленина с трудами И. В. Мичурина. В публикации, напечатанной в журнале «Исторический архив», приводится ряд документов, рисующих взаимоотношения между Мичуриным и дореволюционной официальной наукой. В этих документах И. В. Мичурин говорит о причинах отставания сельского хозяйства в дореволюционной России и о путях подъема сельскохозяйственного производства. В публикацию включены документы, постановления и распоряжения местных органов Советской власти о питомнике Мичурина.

Большое число ранее не изданных рукописей И. В. Мичурина опубликовано в первом выпуске «Вопросов истории естествознания и техники».

* * *

Выступления зарубежных ученых на страницах советских газет и журналов с трибуны юбилейной сессии ВАСХНИЛ со всей несомненностью свидетельствуют, что мичуринские идеи широко распространяются во всем мире. Учение великого преобразователя природы получило всеобщее признание в странах народной демократии, мичуринское движение приняло здесь огромный размах.

В телеграмме президента Академии наук Китая Го Мо-жо Академии наук СССР и ВАСХНИЛ отмечен «огромный вклад, который внес академик Иван Владимирович Мичурин в счастливую жизнь человечества и в мировую науку».

В телеграмме президента Болгарской Академии наук академика Тодора Павлова подчеркнута решающая роль, «которую сыграло мичуринское учение в деле социалистического переустройства болгарской биологической и агробиологической науки».

«Венгерские ученые,— говорится в телеграмме Венгерской академии наук,— очень много черпают из учения И. В. Мичурина и стремятся к дальнейшему развитию мичуринской биологии в Венгерской Народной Республике».

Огромной популярностью пользуется мичуринское учение в Японии, как среди ученых и специалистов сельского хозяйства, так и среди крестьян. Мичуринским движением руководит мичуринское общество Японии, которое издает свою газету; тираж ее непрерывно возрастает.

Все больше сторонников находит себе мичуринское учение в Индии.

Во Франции с 1952 г. существует Общество друзей Мичурина, имеющее тысячи действительных членов. Оно устраивает выставки, лекции, выпускает брошюры, листовки, журнал «Мичуринцы».

Все большее признание получают идеи И. В. Мичурина и в других странах.

А. А. Новиков

50-ЛЕТИЕ СО ДНЯ СМЕРТИ ВЕЛИКОГО ФИЗИОЛОГА И. М. СЕЧЕНОВА

15 ноября 1955 г. исполнилось 50 лет со дня смерти великого русского физиолога-материалиста И. М. Сеченова.

Эта дата была отмечена торжественными заседаниями, научными сессиями и конференциями, лекциями и беседами. Научные заседания и сессии проводились в Москве, Ленинграде, Киеве, Харькове, Баку, Тбилиси, Риге, Ереване, Алма-Ате, Свердловске, Ялте и других городах нашей страны. Все центральные и республиканские газеты поместили статьи о жизни и деятельности великого физиолога. На научные заседания, посвященные И. М. Сеченову, прибыли многие зарубежные ученые, среди них профессора Берлинского, Венского и Грацского университетов.

Сеченовские дни проходили под знаком торжества материалистических идей в физиологии.

В ознаменование 50-летия со дня смерти Ивана Михайловича Сеченова Совет Министров СССР присвоил имя И. М. Сеченова Московскому ордена Ленина медицинскому институту, в котором Сеченов с 1850 по 1855 г. был студентом, а с 1889 по 1901 г. руководил кафедрой физиологии[1]. В доме № 6 по Полуэктову переулку, где с 1903 по 1905 г. жил и работал И. М. Сеченов, установлена мемориальная доска, а сам переулок переименован в Сеченовский. В Москве будет установлен памятник-бюст И. М. Сеченову.

[1] В то время нынешний Медицинский институт был факультетом Московского университета.

Совет Министров СССР принял решение об издании в 1956 г. полного собрания сочинений И. М. Сеченова.

15 ноября в Актовом зале Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени университета имени М. В. Ломоносова на Ленинских горах состоялось торжественное заседание Академии наук СССР, Академии медицинских наук СССР совместно с Московским университетом, Всесоюзным обществом физиологов, биохимиков и фармакологов.

Заседание открыл кратким вступительным словом вице-президент Академии наук СССР академик И. П. Бардин, который отметил основные моменты жизни и научного творчества И. М. Сеченова. И. П. Бардин подчеркнул, что творческая деятельность И. М. Сеченова была составной частью передового общественного движения России второй половины XIX в., она была связана с интересами нашего народа, с его культурным ростом, с борьбой за его счастье и благосостояние. И. П. Бардин призвал советских ученых в своей дальнейшей работе всемерно развивать научные идеи великого естествоиспытателя.

С большим интересным докладом «И. М. Сеченов — великий русский ученый» выступил член-корреспондент АН СССР Х. С. Коштоянц. Докладчик подробно охарактеризовал труды И. М. Сеченова в области физиологии нервной системы и их значение для научной психологии и материалистической философии.

Х. С. Коштоянц подчеркнул, что научное мировоззрение И. М. Сеченова формировалось под влиянием таких передовых профессоров Московского университета, как К. Ф. Рулье, И. Т. Глебов, Ф. И. Иноземцев, Т. И. Грановский, под воздействием прогрессивных общественных и философских идей В. Г. Белинского, А. И. Герцена, Н. А. Добролюбова, Н. Г. Чернышевского.

Анализируя труды И. М. Сеченова в области физиологии центральной нервной системы, Х. С. Коштоянц показал, что на протяжении своей научной деятельности И. М. Сеченов вел борьбу со всеми, кто пытался отрицать возможность объективного изучения психической, или так называемой душевной деятельности человека.

И. М. Сеченов всегда считал, что «организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен, поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него». Это важнейшее положение материалистической физиологии, получило экспериментальное обоснование в фундаментальных исследованиях в области физиологии высшей нервной деятельности идейного ученика И. М. Сеченова — И. П. Павлова.

В 1863 г. на страницах журнала «Медицинский вестник» была напечатана работа И. М. Сеченова «Рефлексы головного мозга». И. М. Сеченов доказывал в ней, что в основе психической деятельности человека лежит рефлекторный механизм. Эта работа вызвала целую бурю в лагере реакции; на книгу был наложен арест. В дальнейших своих работах «Психологические этюды», «Впечатление и действительность», «Элементы мысли» И. М. Сеченов продолжает материалистическую разработку проблем психической деятельности на физиологической основе. Х. С. Коштоянц отметил, что работа И. М. Сеченова «Элементы мысли» привлекла внимание В. И. Ленина.

Особое значение имело открытие И. М. Сеченовым центрального торможения. Это открытие положило начало новому направлению в физиологии нервной системы.

Развивая идеи И. М. Сеченова в этом направлении, И. П. Павлов создал учение о корковом торможении. Исследования И. М. Сеченова в области физиологии нервной системы были связаны с работами крупнейших европейских ученых — Дюбуа-Реймона, Гельмгольца, К. Людвига, Клода Бернара, в лабораториях которых он производил свои замечательные эксперименты.

И. М. Сеченов открыл явление суммации и установил наличие ритмических явлений в нервной системе.

В 1866 г. он выступил с описанием так называемого темного мышечного чувства.

Чувствующие элементы мышц, по И. М. Сеченову, не только участвуют в координации движений, но и служат источником формирования представлений о времени и пространстве.

И. М. Сеченов является основоположником новой области знания — физиологии труда. Он изучал физиологические закономерности трудовой деятельности человека и накануне революции 1905 г. выступил с физиологическим обоснованием восьмичасового рабочего дня.

Заканчивая свой доклад, Х. С. Коштоянц отметил, что И. М. Сеченов был страстным пропагандистом науки. Он часто выступал с чтением публичных лекций. В 1903 г., уже на склоне лет, он читал курс анатомии и физиологии человека на Пречистенских курсах — рабочим московских фабрик и заводов.

Торжественный вечер, посвященный памяти И. М. Сеченова, состоялся 16 ноября 1955 г. в большом зале центрального лектория Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний под председательством профессора Л. Г. Воронина. С докладом «И. М. Сеченов — отец русской физиологии» выступил академик Л. А. Орбели. Член-корреспондент Академии медицинских наук СССР О. П. Молчанова и действительный член Академии педагогических наук РСФСР профессор Б. М. Теплов рассказали о том, как советские ученые раз-

вивают учение И. М. Сеченова в области обмена веществ и его идеи о развитии психологии.

Ряд институтов (I Московский ордена Ленина медицинский институт, Институт организации здравоохранения и Истории медицины Академии медицинских наук СССР) посвятили памяти И. М. Сеченова расширенные заседания ученых советов.

На заседании Ученого совета Института истории естествознания и техники АН СССР с докладом о И. М. Сеченове выступил академик Л. А. Орбели. В своем докладе он показал, что в жизни И. М. Сеченова, как ученого-физиолога и мыслителя, большую роль сыграла подготовка, которую он получил в Главном инженерном училище в Петербурге и в Московском университете, где одним из его учителей был К. Ф. Рулье. И. М. Сеченову очень помогли знание иностранных языков, некоторая техническая подготовка, знание физики и химии. После окончания университета И. М. Сеченов работал некоторое время в лабораториях таких выдающихся физиологов, как Иоганнес Мюллер, Дюбуа-Реймон, Гельмгольц, К. Людвиг, Гоппе-Зейлер, К. Бернар. Академик Л. А. Орбели отметил выдающиеся достижения И. М. Сеченова в области физиологии, особенно в физиологии нервной системы. Многие крупнейшие достижения в области физиологии связаны с именем И. М. Сеченова. Установленные И. М. Сеченовым явления, сделанные им обобщения и выводы отразились не только на развитии русского естествознания, но и на развитие мировой физиологии. Многие положения И. М. Сеченова составляют и сейчас основной фонд наших представлений о физиологии нервной системы. Свой доклад академик Л. А. Орбели закончил словами: «Мне хотелось только подчеркнуть, что своей научной деятельностью, своей преподавательской и популяризаторской деятельностью, как и своей общественной ролью, И. М. Сеченов создал неповторимый образ ученого, и этот образ стоит всегда перед нами, и мы чтим память Ивана Михайловича Сеченова и должны стараться во всей своей деятельности — как научной, так и общественной — брать пример с этого замечательного и неповторимого человека».

На заседании присутствовал профессор медицинского факультета университета в Граце (где в 1867—1868 гг. работал И. М. Сеченов) д-р Рудольф Ригнер.

Член Ученого совета Института, член-корреспондент АН СССР Х. С. Коштоянц в своем выступлении остановился на дружбе, которая связывает ученых Советского Союза и Австрии, на дружбе, которая связывала И. М. Сеченова и австрийского профессора Ролетта. Свое приветствие Х. С. Коштоянц закончил дружеским обращением к профессору Ригнеру и ко всем австрийским ученым крепить научные связи между двумя странами. Затем выступил профессор Р. Ригнер, который сказал, что ученые Австрии высоко ценят труды И. М. Сеченова. «Университет в Граце,— отметил профессор Р. Ригнер,— считает себя чрезвычайно счастливым, что в его стенах работал такой знаменитый ученый, как Сеченов».

Институт истории естествознания и техники АН СССР к 50-летию со дня смерти И. М. Сеченова выпустил очередной том «Научного наследства», в котором помещены неопубликованные работы и письма И. М. Сеченова, а также ряд документов о его жизни и научной деятельности.

Широко отметил 50-летие со дня смерти великого физиолога I Московский медицинский институт им. И. М. Сеченова. 15 ноября в 10 ч. утра в аудитории, где выступал гениальный ученый, доцент кафедры Г. И. Зилов прочел лекцию «Жизнь и научная деятельность отца русской физиологии И. М. Сеченова».

В помещении кафедры физиологии находится кабинет И. М. Сеченова, в нем многое сохранилось в том же виде, как и 50 лет назад. Студенты охотно посещают кабинет И. М. Сеченова, знакомятся с его трудами и приборами, сконструированными самим И. М. Сеченовым. На кафедре и сейчас работает старший лаборант А. С. Степанов, который лично знал И. М. Сеченова

Учениками И. М. Сеченова были не только представители русского народа. И. М. Сеченов тесными узами был связан с естественнонаучной мыслью Грузии. Об этом очень интересно рассказывает профессор Тбилисского медицинского института М. Сааакашвили в статье «Великий ученый материалист», опубликованной 15 ноября в газете «Заря Востока». Сеченов воспитал первого крупного физиолога Грузии И. Р. Тархнишвили (Тарханов), который сыграл большую роль в деле пропаганды в Грузии основ естественнонаучных и материалистических воззрений великого русского ученого. Лекции Тархнишвили на тему «Роль нервной системы в движениях человека» явились важным событием в научной жизни Грузии. Среди слушателей И. М. Сеченова в Одессе был П. Г. Меликашвили, крупнейший химик, первый ректор Тбилисского университета. Профессор Меликашвили с большой любовью и уважением вспоминает И. М. Сеченова на страницах своего автобиографического произведения, опубликованного на грузинском языке. И. М. Сеченов в 1868 г. был избран почетным членом Кавказского медицинского общества. Труды И. М. Сеченова широко издаются в Грузии. «Рефлексы головного мозга» были дважды изданы на грузинском языке.

Действительный член Академии наук Азербайджанской ССР А. Караев в газете «Бакинский рабочий» от 15 ноября 1955 г. пишет о влиянии идей И. М. Сеченова на развитие физиологической науки в Азербайджане, в частности, на успешное развитие учения о внутренних органах чувств. В исследованиях физиологов Азербайджана показана существенная роль интерорецепторов в регуляции обмена веществ животных организмов.

Труды И. М. Сеченова в области электрофизиологии послужили основанием для проводимых азербайджанскими физиологами исследований биоэлектрических явлений нервов и мышц. Исходя из учения И. М. Сеченова, указывает профессор А. Караев, удалось доказать, что токи действия связаны с обменом углеводов в мышцах.

16 ноября на заседании Отделения биологических наук АН СССР были заслушаны следующие доклады.

Л. А. Орбели. «И. М. Сеченов и его роль в развитии физиологии нервной системы»; В. М. Каганов. «Учение И. М. Сеченова и материалистическая теория познания»; Б. М. Теплов. «Роль И. М. Сеченова в развитии материалистической психологии»; С. Е. Северин. «Работы И. М. Сеченова по газам крови и их значение в настоящее время»; Л. Л. Васильев. «Развитие идей Сеченова в работах И. Е. Введенского и его школы»; Л. Л. Шик. «И. М. Сеченов и физиология рабочих движений человека».

18 ноября в Ленинграде, на заседании Ленинградского общества физиологов, биохимиков и фармакологов были заслушаны доклады Л. А. Орбели «Отец русской физиологии И. М. Сеченов», Н. Н. Малышева «Как жил и работал И. М. Сеченов», И. В. Голикова «И. М. Сеченов — основоположник учения о нервной регуляции». Вступительное слово сказал П. С. Купалов.

28 ноября состоялась объединенная сессия ученых советов Института высшей нервной деятельности и Института философии АН СССР. С докладами выступили: А. Г. Иванов-Смоленский — «И. М. Сеченов и наука о деятельности головного мозга»; С. А. Петрушевский — «И. М. Сеченов о природе психических явлений и их причинной обусловленности».

Торжественные заседания, научные сессии, доклады, посвященные И. М. Сеченову, состоялись на Украине, в Белоруссии, Казахстане, Латвии, Армении, Грузии, Узбекистане и в других республиках.

Труды И. М. Сеченова оказали определяющее влияние на развитие русской медицины. Клиницисты, анатомы, гистологи, патолого-анатомы — все находились под плодотворным воздействием идей И. М. Сеченова.

Основываясь на учении И. М. Сеченова о рефлексе, С. П. Боткин создал свою оригинальную неврогенную теорию, сущность которой заключается в том, что патологический процесс развивается также по механизму рефлекса.

Советские физиологи успешно развивают сеченовско-боткинский нервизм. В своих экспериментальных исследованиях они изучают ведущую роль нервной системы, особенно ее высших отделов, в регуляции различных функций организма.

В юбилейные дни много статей посвятили И. М. Сеченову советские психологи (Л. С. Рубинштейн, Б. М. Теплов, Е. А. Будилова и др.). Они отметили заслуги И. М. Сеченова в создании научной психологии. Влияние творчества И. М. Сеченова на развитие материалистического мировоззрения отмечали в своих статьях В. И. Каганов, С. А. Петрушевский, Г. Геворкян и др.

* * *

Начав свою научную деятельность в 60-х годах прошлого столетия, И. М. Сеченов навсегда связал ее с прогрессивным общественным движением России этого периода и с материалистической философией русских революционных демократов.

45 лет творческой жизни И. М. Сеченов посвятил изучению нервной системы. Его работы по изучению газов крови являются крупным вкладом в биологическую химию. И. М. Сеченов заложил основы современной авиационной медицины, физиологии труда, физиологии обмена веществ. И. М. Сеченов не был одинок в своих исследованиях. Он создал большую школу отечественных физиологов. Его учениками по Петербургскому университету были физиологи И. Е. Введенский и Б. Ф. Вериго, патолог В. В. Пашутин и фармаколог Н. П. Кравков. В Московском университете достойными продолжателями дела И. М. Сеченова явились М. Н. Шатерников и А. Ф. Самойлов.

Научная и общественная деятельность И. М. Сеченова получила высокую оценку и всенародное признание в Советской стране. На его трудах учатся советские физиологи и врачи, психологи и философы.

Сегодня мы говорим словами академика И. П. Павлова:

«Такая крупная, яркая и ценная личность, как Иван Михайлович Сеченов, должна жить в памяти потомства, служа постоянным возбудителем сменяющихся поколений».

Н. А. Григорьян

150-ЛЕТИЕ МОСКОВСКОГО ОБЩЕСТВА ИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИРОДЫ

20—24 декабря 1955 г. состоялась юбилейная сессия Общества испытателей природы, на которой отмечалось 150-летие со дня основания общества. Итоги деятельности общества были изложены в обстоятельном докладе В. А. Варсанофьевой. На пленарных заседаниях и собраниях многочисленных секций было прочитано более 70 докладов, охватывающих почти все естественные науки, главным образом проблемы геологии и биологии. Среди докладчиков были нынешний президент общества В. Н. Сукачев, а также Н. С. Шатский, П. Л. Капица, В. А. Энгельгардт, В. В. Белоусов, В. А. Николаев, Г. К. Хрущев и многие другие. Эта сессия явилась в значительной мере смотром достижений советского естествознания.

Во время сессии в зале была открыта выставка, на которой экспонировались интересные архивные документы, карты, диаграммы, схемы, отражающие деятельность общества за 150 лет, и редкие книги, которыми так богата библиотека общества.

Деятельность Московского общества испытателей природы является замечательной страницей в истории русской науки. Оно возникло в 1805 г. по инициативе группы профессоров Московского университета.

В первом уставе Московского общества испытателей природы подчеркивалось (§ 2), что «главная цель общества состоит в том, чтобы 1-е усовершить ведения в естественной истории обширной Российской империи; 2-е собрать сведения по географическому порядку, все произведения России по части минералогии, ботаники, зоологии, земледелия и промышленности; 3) приложить старание к открытию таких произведений, кои могут составить новую ветвь Российской торговли». Таким образом, общество стремилось не только собирать данные для развития науки, но и для практических целей.

Для выполнения этих задач общество вело переписку «со всеми просвещенными и учеными мужами», которые посылали ему свои наблюдения над природой различных районов России (§ 3).

С самого основания был организован сбор естественнонаучных коллекций, которые передавались в Музей естественной истории Московского университета. Благодаря этому общество сыграло выдающуюся роль в комплектовании фондов естественнонаучных музеев и кабинетов старейшего русского университета.

Общество вступило в переписку с иностранными учеными, которые присылали ему «известия, служащие к распространению пределов тех наук, которыми оно занимается» (§ 7).

Членами общества были естествоиспытатели, жившие не только в Москве, но и в других, даже самых отдаленных районах России, что придавало ему с самого начала всероссийский характер. Кроме того, в состав общества входили «питомцы или ученики» из числа молодых людей, проявивших любовь к естествознанию. Среди «питомцев» общества был, например, А. И. Герцен. Позднее название «питомцы» было заменено «членами-сотрудниками» или «членами-корреспондентами». Вместе с тем общество разрешало посещать свои собрания всем желающим, стремясь возбудить в них склонность к естественным наукам, «почтив их принятием в число членов своих, коль скоро окажутся они того достойными» (§ 28).

Позднее царское правительство много раз запрещало посещение заседаний общества посторонним лицам, но общество вновь добивалось восстановления действия этого важного параграфа устава.

Научным руководителем общества являлся его директор. Эта должность была позднее заменена должностью вице-президента. В 1806—1869 гг. должность президента занимали высшие чиновники, преимущественно попечители Московского учебного округа. Они следили, чтобы деятельность общества не выходила за пределы «благонамеренности» по отношению к самодержавию.

В первые пятьдесят лет своего существования общество организовало много научных экскурсий и экспедиций по средним и южным губерниям Европейской России, на Кавказ, в Оренбургский и Астраханский края, на Урал, Алтай, оз. Зайсан, в Саяны, Джунгарию, Даурию, Семиречье и многие другие места. Следует отметить, что экспедиции общества этого периода по своему значению не уступали экспедициям университетов и Петербургской Академии наук. Кроме того, многие ученые, путешествовавшие не от общества, поддерживали с ним связь, а по завершении экспедиций часто присылали свои коллекции в дар обществу. Например, участники экспедиции Врангеля присылали обществу коллекции, собранные на территории Восточно-Американской компании. Из экспедиций, организованных обществом, особенно выделяется путешествие Г. С. Карелина и И. П. Кириллова в Сибирь (1839—1841 гг.).

С 1805 г. общество выпускало периодические сборники «Mémoires de la Société des Naturalistes de l'Université impériale de Moscou», переименованные в 1820 г. в «Nouveaux mémoires», которые выходили до 1940 г.

Исследования, отражавшие результаты экспедиций, публиковались в «Бюллетене Московского общества испытателей природы», который издается с 1829 г. до настоящего времени (первоначально он выходил на иностранных языках), а также в других изданиях общества.

В 1854—1860 гг., в период бурного подъема отечественного естествознания, общество выпускало научно-популярный журнал «Вестник естественных наук», редактором которого до 1858 г. был один из крупнейших деятелей общества К. Ф. Рулье. В журнале сотрудничали: Н. А. Северцов, А. П. Богданов, Я. А. Борзенков, А. Н. Бекетов, К. Ф. Кесслер и многие другие. Научная общественность высоко оценила значение журнала.

В изданиях общества публиковались работы не только отечественных, но и иностранных ученых. «Бюллетень» пользовался и пользуется широкой популярностью как у нас в стране, так и за границей. Московское общество испытателей природы обменивалось своими изданиями, в первую очередь «Бюллетенем», с научными обществами и научными учреждениями многих стран. Благодаря этому в обществе собралась уникальная естественнонаучная библиотека (около 150 тыс. томов).

Необходимо подчеркнуть, что в своей научной деятельности общество постоянно отстаивало эволюционную теорию, что находило отражение в научных докладах на заседаниях общества, в его публикациях. Среди эволюционистов первой половины века его иностранными членами были Ж.-Б. Ламарк, Этьен Жоффруа Сент-Илер и др., русскими членами — М. А. Максимович, Г. Е. Щуровский, Э. И. Эйхвальд, К. Ф. Рулье и др. Активными членами общества было большинство русских дарвинистов: А. О. и В. О. Ковалевские, К. А. Тимирязев, М. А. Мензбир, Н. А. и А. Н. Северцовы, А. П. и М. В. Павловы, А. Н. Бекетов, Д. Н. Анучин, В. Л. Комаров и др.

К числу иностранных дарвинистов — членов общества относились прежде всего сам Ч. Дарвин, затем Т. Г. Гексли, Э. Геккель, Э. Зюсс, А. Уоллес и др.

В 1863 г. в Москве основано Общество любителей естествознания, антропологии и этнографии, которое было более демократичным, чем Московское общество испытателей природы. Оно имело целью, кроме научной работы, которая была поставлена очень широко, также и популяризацию естествознания. Для этого организовывались выставки и музеи, в том числе и Политехнический музей. К Обществу любителей естествознания перешла инициатива в снаряжении крупных экспедиций. В качестве членов-сотрудников в его работе принимали широкое участие студенты.

Кроме того, с конца 60-х годов стали организовываться естественнонаучные общества почти во всех губернских городах, периодически устраивать съезды естествоиспытателей и врачей.

Московское общество испытателей природы и Общество любителей естествознания на протяжении многих десятилетий работали параллельно.

Если в первой половине XIX в. Московское общество испытателей природы уделяло внимание преимущественно фаунистике, флористике и систематике, то во второй период его деятельности очень большое место стали занимать исследования по сравнительной анатомии, онтогенезу, экологии, зоо- и фитогеологии. В «Бюллетене» стало больше публиковаться работ по физике, химии, астрономии. Расширились геологические исследования России.

Наибольший расцвет деятельности общества в дореволюционное время падает на период 1897—1914 гг. К его работе стали широко привлекаться студенты. Заседания становятся все многолюднее. Наряду с докладами по частным вопросам отдельных наук, которые рассматривались на комиссиях (будущих секциях) и общих собраниях, все чаще обсуждались широкие проблемы, захватывающие несколько отраслей естествознания, актуальные вопросы науки о природе. В это время ведущую роль в обществе играли такие выдающиеся ученые, как Ф. А. Бредихин, Н. А. Умов, М. А. Мензбир.

После Великой Октябрьской социалистической революции произошли кардинальные изменения в жизни общества.

В 1920 годы общество, во главе с президентом М. А. Мензбиром, перестраивает свою работу. «Бюллетень» начинает выходить на русском языке двумя сериями — геологической и биологической с иностранным резюме.

Постепенно ликвидируется некоторая академическая замкнутость общества, которая была ему свойственна на всем протяжении его деятельности, значительно больше привлекается молодых научных работников.

В 1930 г. геологическое, географическое и биологическое отделения Общества любителей естествознания, антропологии и этнографии объединились с соответствующими секциями Московского общества испытателей природы, что значительно оживило его деятельность.

Индустриализация страны, проводимая в годы первых пятилеток, вызвала подъем советской геологической науки и химии и др.

В обществе стало выделяться все большее число комиссий, которые затем превращались в секции.

Важную роль в развитии общества сыграло празднование его 135-летнего юбилея, предпринятое по инициативе президента общества Н. Д. Зелинского (1935—1953) и вице-президента В. И. Вернадского (1935—1945).

С начала Великой Отечественной войны общество включилось в работу по оказанию помощи фронту. Оно составило ряд важных проектов, часть которых была принята Государственным Комитетом Обороны.

В 1942 г. вице-президентами были избраны С. И. Огнев и В. А. Варсанофьева. Энергии, исключительной работоспособности и преданности делу В. А. Варсанофьевой общество обязано многими успехами в последние годы.

Поддерживавшаяся в военные годы деятельность общества после окончания войны стала еще более интенсивной. В 1946 г. Совет Министров выделил значительные средства на развитие работы общества, укрепление его издательской базы и расширение библиотеки.

В связи с резким возрастанием объема научных исследований и усиливающейся специализацией научных учреждений в обществе постоянно увеличивалось число секций. Главное место среди них занимают геолого-географические и биологические секции, работа которых имеет в обществе длительные и прочные традиции. Наиболее активны многочисленные геологические секции. В последние годы возникли секции опытников-мичуринцев, химии, физики, витаминологии и истории естествознания. Широко посещаются заседания секции химии, на которых преимущественно рассматриваются проблемы, захватывающие смежные науки.

Большое место в деятельности общества заняла работа секции опытников-мичуринцев, которая, кроме очередных заседаний, ежегодно организует выставки плодов, принимает участие в Сельскохозяйственной выставке (1954, 1955 гг.).

В послевоенные годы в тематике секций более видное место занимают практические проблемы, особенно в работах секций гидрогеологической, ботанической, опытников-мичуринцев и биологических основ животноводства.

Это дальнейшее приближение к практике явилось следствием новой перестройки, которую произвело общество в своей работе, реализуя решения XX съезда КПСС и пленумов Центрального комитета КПСС.

Кроме очередных заседаний, общество организует совещания и конференции, многие из которых приобрели всесоюзный характер с участием ученых многих других городов.

В последние годы возник ряд периферийных отделений общества (в Томске, Риге, Свердловске, Кутаиси).

Весьма значительна роль общества в разработке истории отечественного естествознания. На заседаниях общества, на страницах «Бюллетеня» и других изданий большое место занимали эти вопросы. Однако особенное внимание было им уделено в связи с празднованием 135-летнего юбилея общества. В 1940—1941 гг. была начата большая серия монографий, посвященная крупнейшим деятелям общества — Г. И. Фишеру, Х. Х. Стевену, Г. С. Карелину, П. П. Кирилову, В. Д. Соколову, Н. А. Северцову, А. И. Воейкову, А. Б. Миссуна, А. П. Иванову, Н. А. Умову, А. П. Павлову и многим другим. Эта серия продолжает выходить и в настоящее время. После Великой Отечественной войны были опубликованы монографии о И. М. Сеченове, А. Д. Архангельском, К. Ф. Рулье, В. Р. Вильямсе, А. Н. Краснове, В. К. Арсеньеве и других.

Заслуги общества перед отечественной наукой позволяют предполагать, что и впредь оно будет крепнуть и развиваться на благо советского народа.

Л. Л. Потков

ЛЕЙДЕНСКАЯ ВЫСТАВКА ПО ИСТОРИИ МИКРОСКОПА

В связи с проходившим в Лейдене в сентябре 1954 г. VIII Интернациональным конгрессом по целлюлярной биологии, Лейденский государственный музей по истории естествознания (Rijksmuseum voor de geschiedenis der natuurwetenschappen) организовал для членов конгресса выставку по истории микроскопии, которая была открыта с 25 июня по 19 сентября 1954 г. Полученные нами от дирекции музея каталог выставки «Van vergrootglas tot oog der wetenschap. $2^1/_2$ eeuw microscopie» (От увеличительного стекла до глаза науки. $2^1/_2$ века микроскопии) и фотографии ряда стендов и витрин показывают, что выставка была очень содержательна и интересна. Всего было показано свыше 200 объектов — подлинные простые и сложные микроскопы, модели и реконструкции редких старинных микроскопов, микроскопические препараты, подлинные документы и рисунки, портреты, книги, фотографии и пр., охватывающие время от середины XVII до конца XIX в.

Организаторы выставки стремились отразить историю микроскопии во всем мире. На ней были представлены не только подлинники, принадлежащие Лейденскому музею и другим голландским научным учреждениям, но и многочисленные уникальные микроскопы (разумеется, в фотографиях и описаниях), хранящиеся в музеях и научных учреждениях других стран Европы и Америки. В частности, и Московский музей истории микроскопии Академии наук СССР принял участие в выставке, показав принадлежащие ему единственный в мире экземпляр одного из самых первых ахроматических микроскопов — телескопический микроскоп Эпинуса 1784—1805 гг. и самое полное в мире собрание микроскопов (простых и сложных) И. И. Либеркюна 1730—1740-х годов. Около десятка фотографий наших экспонатов описаны в указанном выше каталоге выставки под пятью номерами (№ 11, 45, 47, 88 и 153).

Среди экспонатов выставки обращают на себя особое внимание подлинные микроскопы Лёвенгука (5 обычного типа и 1 — для рассматривания кровообращения в капиллярах хвоста угря) и копии и вариации их, изготовленные в XVII—XVIII вв. голландскими мастерами, в частности знаменитыми Мушенбреками, которые изготовляли различные физические инструменты и для нашей Академии наук; препаровальный микроскоп, с которым работал знаменитый голландский микроскопист Лионе (1745 г.), микроскоп Волластона, которым пользовался один из виднейших историков микроскопа XIX в. голландец Гартинг. Исключительный интерес для истории микроскопа представляет чертеж двулинзового микроскопа, предложенного в 1654 г. Христианом Гюйгенсом, большое собрание голландских, английских, итальянских и других сложных микроскопов XVIII—XIX вв. В отделе документов особо примечательны рукописи и письма Сваммердама, Лёвенгука, Христиана Гюйгенса, Неемии Грю, Трамбле, Лионе, Гартинга, ван Хёрка, Амичи, Гуго Моля, Шлейдена, Макса Шульце, Эренберга, Карла Цейса. Особенный интерес представляет принадлежащая университетской библиотеке в Лейдене средневековая арабская рукопись, содержащая комментарии Абу-ль Хасана аль-Фаризи (ок. 1310 г.) к оптике Альхасена. Большой утратой для мировой науки является исчезновение в 1940 г. во время оккупации Голландии гитлеровцами найденного когда-то Гартингом в Миддельбурге древнейшего подлинного микроскопа первой половины XVII в., приписывавшегося Янсену. На выставке этот древнейший из известных нам сложных микроскопов представлен копией.

Большой интерес представляет раздел выставки, посвященный истории изобретения ахроматического микроскопа. До недавнего времени считали, что первый в истории эффективный ахроматический микроскоп был сконструирован голландским оптиком Ван-Дейлем в 1807 г. Упоминают, правда, телескопический микроскоп Эпинуса, описанный им в 1784 г., но фактически оставшийся неизвестным. Для западных микроскопистов совершенно неожиданным явилось сообщение автора настоящей заметки, что подлинный микроскоп Эпинуса существует (правда, в единственном экземпляре; второй экземпляр, находившийся в Тартуском университете, был уничтожен во время оккупации в 1942 г.) и что оптика его была для своего времени высоко совершенной. Еще более неожиданным было то, что за десять лет до Эпинуса, в 1773 г., Кулибин и Беляев изготовили ахроматический микроскоп по расчетам Л. Эйлера и Н. Фусса. Узнав об этом из сочинения автора об истории микроскопа в России в XVIII в.[1], директор Лейденского музея г-жа Роозбум просила предоставить для выставки фотографии соответствующих материалов.

В центре стенда, посвященного истории ахроматического микроскопа, помещена фотокопия рапорта Кулибина от сентября 1773 г., в котором он сообщает об окончании работы по изготовлению линз из флинта для микроскопа Эйлера «нового манера». Слева от рапорта Кулибина помещен портрет Эйлера, а справа — чертеж солнечного микроскопа с ахроматическим объективом, предложенного в 1774 г. английским оптиком Бенджамином Мартином. Таким образом, микроскоп Эйлера — Фусса — Кулибина—Беляева, как признали и устроители выставки, является первым в истории ахроматическим микроскопом. Над этими документами помещены фотография общего вида и оптический разрез тубуса с объективом и окуляром микроскопа Эпинуса. Опытная модель его была сконструирована Эпинусом в 1784 г., после чего он разработал проект усовершенствованного ахроматического микроскопа. По чертежам и расчетам Эпинуса этот усовершенствованный микроскоп был изготовлен академиком Парротом в 1805—1808 гг. На столе под стендом расположены ахроматические микроскопы голландского оптика Ван-Дейля (1807 г.) и французского оптика Селлига (1824 г.). Таким образом, в экспозиции Лейденской выставки история изобретения ахроматического микроскопа — этого важнейшего этапа во всей истории оптического микроскопа — освещена с максимальной исторической объективностью, и долг справедливости отдан русским ученым и конструкторам.

Отметим в заключение, что выставка выиграла бы еще более, если бы история микроскопа была доведена до наших дней и если бы, наряду с оптическими микроскопами XX в., были показаны также микроскопы новых типов — флуоресцентный, ультрафиолетовый и электронный, которые знаменуют новый этап в развитии микроскопии.

С. Л. Соболь

[1] С. Л. Соболь. История микроскопа и микроскопических исследований в России в XVIII веке. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

МЕЖДУНАРОДНЫЕ ОБЪЕДИНЕНИЯ ПО ИСТОРИИ НАУКИ

С каждым годом расширяются связи советских ученых с учеными зарубежных стран. Общение это осуществляется, с одной стороны, на основе поездок советских исследователей за границу и зарубежных ученых в нашу страну для непосредственного ознакомления с работой тех или иных национальных академий, институтов, лабораторий, научных коллективов, с другой — на основе деятельности различных международных научных организаций.

Историки науки, как и другие ученые, также стремятся к международному сотрудничеству, обмену опытом, к широкому обсуждению принципиальных проблем истории естествознания и техники и координации научных исследований. Поэтому для советских историков естествознания и техники должна представить некоторый интерес информация о международных объединениях по истории науки.

Высшей формой международного объединения и общения историков науки (естествознания и техники) являются международные конгрессы. Наряду с этим, научные учреждения и организации по истории науки объединяются в Международный союз, а ведущие ученые — в Международную Академию истории науки.

Деятельность этих трех ныне действующих институтов международных связей историков науки и особенно Союза и Академии тесно взаимосвязана. Академия и Союз имеют общие задачи — способствовать изучению и преподаванию истории науки во всем мире; но принципы их организации различны.

Академия кооптирует своих членов из среды историков науки различных стран, но многие страны остаются в ней пока не представленными. Союз, наоборот, включает или может включать представителей всех входящих в ЮНЕСКО[1] стран; эти представители избираются национальными научными учреждениями или обществами.

Международные конгрессы по истории науки

До настоящего времени состоялось семь международных конгрессов историков науки.

I конгресс был созван в 1929 г. в Париже по инициативе Международного комитета истории наук, организованного в Париже в 1928 г. в составе А. Миели (Mieli), А. Рея (Rey) — Франция, Дж. Сартона (Sarton) и Г. Сигериста (Sigerist)— США.

II конгресс состоялся в Лондоне в 1931 г. От Советского Союза в работе конгресса принимали участие академики Н. И. Вавилов, В. Ф. Миткевич, А. Ф. Иоффе и профессора Э. Кольман, М. О. Рубинштейн, Б. М. Завадовский. В числе представленных ими докладов и сообщений были следующие: «О неопубликованных рукописях К. Маркса, касающихся математики, естествознания и техники и истории этих вопросов» (Кольман), «Работа Фарадея и новейшее развитие применений электрической энергии» (Миткевич), «Проблема происхождения мировой агрикультуры в свете новейших исследований» (Вавилов), «Физика и техника» (Иоффе). Выступления советских делегатов на конгрессе получили высокую оценку со стороны английского физика Дж. Бернала, выступившего со специальной статьей «Наука и общество» в журнале «Spectator».

III конгресс состоялся в Опорто — Коимбре — Лиссабоне (Португалия) в 1934 г.

IV конгресс был созван в Праге в 1937 г. Протоколы этого конгресса, к сожалению, погибли во время фашистской оккупации Чехословакии, а секретарь конгресса, прогрессивный чешский ученый Фр. Ульрих, был казнен гитлеровцами.

Война нарушила регулярность в созыве международных конгрессов. Следующий, V конгресс был созван только через 10 лет — в 1947 г. в Лозанне (Швейцария).

Большую помощь в организации V конгресса (как и в деятельности Союза и Академии истории наук) оказала ЮНЕСКО.

В конгрессе приняли участие ученые 13 стран (Англия, Италия, Польша, Израиль, Франция, Португалия, Швейцария, Бельгия, Нидерланды, Румыния, США, Бразилия, Турция). На конгрессе было заслушано и обсуждено свыше 40 докладов и сообщений.

Трактовка ряда теоретических проблем истории естествознания и техники, которая давалась на I, а также на последующих конгрессах не может вполне удовлетворить советских ученых; многие доклады и сообщения носили сугубо фактологический характер, но следует отметить, что повестка конгресса была очень разнообразной, и излагаемый фактический материал представлял большой интерес. Разнообразие докладов и сообщений выражалось не только в широком диапазоне затрагиваемых отраслей естественных наук и техники, но и в том, что на конгрессе обсуждались вопросы создания обобщающих монографий по всеобщей истории науки, вопросы взаимоотношения отдельных наук в их развитии, вопросы связи истории науки с современностью, вопросы публикации научного наследия классиков науки.

Из общих докладов следует указать: «ЮНЕСКО, его задачи и цель в отношении естественных наук и их исторического развития» — А. Кортезао (Cortesao), «Развитие научного мышления в ходе истории» — Ч. Сингер (Singer); из сообщений: «Проект всеобщей истории математических наук» — Дж. Лориа (Loria), «Об издании математических трудов Бернулли» — О. Шпис (Spiess), «Об издании переписки Лавуазье» — Ж. Пельзенеер (Pelseneer), «Некоторые данные о развитии метеорологии» — Л. Дюфур (Dufour), «Первая кинетическая теория газов — 1721 г.» — Р. Гоойкаас (Hooykaas), «Представления о природе теплоты к началу XIX в.» — С. Лилли (Lilley), «Некоторые вопросы, относящиеся к истории навигационных карт» — Р. Альмаджиа (Almagia), «Обзор зоологии у древних сумерийцев и ассирийцев» — Ф. С. Боденгеймер (Bodenheimer), «Начало современной анатомии растений»— В. Г. Шопфер (Schopfer), «Швейцарский медик и естествоиспытатель К. Гесснер в истории науки»— А. С. Монтейро (Monteiro), «История медицины и история естествознания»— М. Леньель-Лавастин (Laignel-Lavastine), «Вклад американских ученых в патологическую анатомию в начале XIX века» — Е. Гольдшмидт (Goldschmidt), «Влияние Альберта Галлера на развитие физиологии в Польше» — Б. Горницкий (Gornitzky), «Вклад румынских медиков в развитие естествознания» — В. Гомоиу (Gomoiu), «Выдающиеся ученые-женщины древней Греции» — К. Феттер (Vetter), «Электрические кабели, их развитие и будущее» — Э. Фортей (Fortay) и др.

VI Конгресс состоялся в 1950 г. в Амстердаме (Нидерланды). В нем участвовало уже 404 представителя 33 стран, в том числе Индии, Англии, Китая, США, Швейцарии, Франции, Италии, Нидерландов, Канады, Египта, Дании, Португалии, Люксембурга, Румынии, Испании, Чехословакии, Бельгии, Марокко, Турции, Израиля, Швеции, Югославии, Перу и др.

Повестка VI Международного конгресса по истории науки была еще более разнообразной. В составе конгресса работало пять секций: первая — по истории математики, астрономии, физики, географии и геологии; вторая — по истории химии, минералогии и биологии; третья — по истории прикладных наук и техники; четвертая — по истории медицины, пятая — по общим проблемам истории естествознания.

Конгресс заслушал несколько общих докладов и сообщений в том числе: «Acta atque Agenda» (Сделанное и что надлежит сделать) — Дж. Сартон, «Наука и развитие культуры» — А. Кортезао, «История науки, университет и влияния» — Ж. Пельзенеер, «Элемент точности в истории науки и техники»— Р. Форбс (Forbes), «Об организации научных кинематографических архивов» — Ж. Пельзенеер, «История естествознания в национальных архивах Парижа»— Г. Божуан (Beaujouan), «Подготовка историков науки в США»— Р. Шрайок (Shryock).

Из отраслевых сообщений отметим следующие. По истории физико-математических наук: «Обзор некоторых недавно открытых вавилонских текстов» — Э. М. Брюинс (Bruins), «О значении постулатов Евклида» — А. Фрайезе (Frajese), «Эволюция идеи бесконечности от Платона до Кантора» — Д. Бургер (Burger), «Первое соприкосновение математики с общественными науками (из истории статистики)» — Г. Фрейденталь (Freudental), «Астрономические инструменты Николая Коперника и Амстердамское издание «О вращении» (1617 г.)» — Т. Пржипковский (Przipkovsky), «Всемирное тяготение от Кеплера до Ньютона» — А. Койре (Koyré), «Ньютон» — Г. Финдлей-Ширрас (Findlay-Shirras); «История теории давления Земли» — Г. Гольдер (Golder); по истории химии: «Древность алхимии» — Г. Степлтон (Stapleton), «Вильям Дэвидсон — первый профессор химии при «Королевском саде» (1648)» — Д. Рид (Read); по истории географии: «Из истории картографии» — Г. де Репараз (De Reparaz), «Распространение фламандских картографических изделий в Италии в XVI в.»— Р. Альмаджиа (Almagia); по истории биологии: «Биологические труды Рене Декарта»— Ж. Данкмейер (Dankmeyer), «Проблема ботанической историографии»— Ф. Вердоорн (Verdoorn); по истории техники: «Вклад британских изобретателей в европейскую технику (1600 — 1850)» — Г. Дикинсон и А. Гомм (Dickinson a. Gomme), «Развитие газовой промышленности в Англии и Франции» — А. Илтон (Elton), «Производство асбестовой бумаги в Италии XII в.» — Л. Лонго (Longo), «История производства алюминия и его сплавов» — С. Гасвель (Gaswal).

Вопросы истории медицины обсуждались на XII Международном конгрессе истории медицины, который работал в виде секции шестого Международного конгресса по истории науки[1].

[1] ЮНЕСКО — Организация Объединенных Наций по вопросам просвещения, науки и культуры.

[1] XIII Международный конгресс истории медицины был созван в 1952 году в Ницце — Каннах — Монако, XIV конгресс — в 1954 г. в Риме — Салерно (участвовали советские ученые), XV конгресс намечено провести в 1956 г в Мадриде — Саламанке.

VI конгресс принял следующие решения.

Вновь было высказано пожелание развернуть в различных странах преподавание истории науки и организовать его там, где его еще не существует. В этих целях конгресс просил национальные группы содействовать учреждению курсов в университетах и институтах своих стран.

Было высказано пожелание, чтобы Международный союз истории наук содействовал учреждению музеев по истории науки и изданию подробных каталогов этих музеев, издал перечень музеев по истории науки и временных выставок. Было указано на необходимость обратить внимание всех университетов и ученых обществ на большое значение фильмов как метода эффективного изложения и пропаганды истории науки и техники.

Было высказано пожелание о выпуске биографических звуковых фильмов, посвященных современным знаменитым ученым и их открытиям.

Конгресс вынес благодарность Дж.Сартону за его труд «Введение в историю науки» и выразил надежду, что он будет продолжен. Конгресс счел желательным, чтобы были отдельно изданы библиографии, публиковавшиеся в журнале «Isis» с 1927 г.

Конгресс решил оказать содействие в опубликовании каталога переписки И. Ньютона, рекомендовал Международной Академии истории наук принять проект издания «Руководства по истории зоологии».

VII Международный конгресс истории науки был созван в 1953 г. в Иерусалиме (Израиль). В нем участвовали историки естествознания и техники Бельгии, Канады, Испании, Франции, Греции, Индии, Японии, Люксембурга, Нидерландов, Румынии, Швейцарии, Турции, Израиля, Югославии и представители международных союзов — астрономических, биологических, географических, математических наук, Международная организация по энергетике при ЮНЕСКО, Комитет по подготовке «Истории науки и культуры человечества»; в работе конгресса приняли участие и многие ученые без делегатских полномочий.

Одной из самых больших делегаций на конгрессе была французская, состоявшая из 16 человек. На Иерусалимском конгрессе не было официальных делегатов от США, и американское Общество истории науки не было представлено. Дж. Сартон присутствовал на конгрессе в качестве президента Международного союза истории наук и в качестве делегата Международного союза математиков. В связи с этим Дж. Сартон в своем докладе Обществу истории науки (Бостон, 28 дек. 1953 г.) об итогах VII конгресса с горечью сказал: «Наш Государственный департамент еще не понял, что недостаточно того, что США представлены на международных съездах, имеющих коммерческое и промышленное значение; очень важно также участвовать в научных съездах, не связанных с материальными выгодами».

На конгрессе работало пять комиссий: первая — по истории математики, астрономии, физики, географии, геологии [руковод. Миллас-Валликроза (Millas-Vallicrosa), Испания]; вторая — по истории химии, минералогии, фармакологии и биологии [руковод. М. Розбом (Roosebоom), Нидерланды]; третья — по истории техники [руковод. Форбс, Нидерланды]; четвертая — по истории медицины [руковод. Леньель-Лавастин, Франция]; пятая — комиссия общих проблем истории науки [руковод. Клибанский (Klibansky)].

На VII конгрессе еще более повысился удельный вес докладов, касающихся общих проблем,— значения истории науки в истории цивилизации, положения этой дисциплины в общей системе знаний и значения истории науки для современного развития научных исследований. Это нашло, например, отражение в докладах: «Естественные и гуманитарные науки — история науки» — Дж. Сартон, «История науки — фактор научного развития и мира между нациями»— Ж. Врагали (Vragali). Некоторые доклады были посвящены методологическим вопросам истории науки: «Философия и ее влияние на историю наук» — А. Реймон, «Роль личности в истории науки» — А. Черняв-ский (Tcherniavsky), «Существует ли научный метод?»— Ж. Пельзенеер, «История наук и психология открытия»— Ж. Адамар (Adamard). По-прежнему в центре внимания были также вопросы преподавания истории естествознания и техники: «История науки как историческая дисциплина и предмет преподавания» — Б. Динур (Dinur), «Исторический метод в преподавании физики»— М. Куртен (Courtin).

Два общих доклада (П. Сергеску) были посвящены 25-летию Международной Академии наук и организации фотоархивов по истории науки.

Положительное впечатление производит включение в повестку докладов о взаимосвязях и взаимовлияниях различных стран в развитии науки, в том числе между западными странами и Китаем, внесшим крупнейший вклад в развитие культуры человечества: «Связи между Китаем и Западом в истории естествознания и техники» — Дж. Нидхэм, «Связи между Востоком и Западом в XVII в.» — М. Дюфренуа (Dufresnoy), «Деятельность мореплавателей, путешественников и миссионеров в области развития медицинских связей между Западом и Востоком в XV—XVI вв.» — Т. Пецци (Pezzi), «Пути развития идей в древней и средневековой науке (Лао Цзы и Аристотель)» — М. Дессефи (Dessefy).

Из отраслевых докладов и сообщений отметим следующие по истории биологии: «Развитие знаний о трансплантации у растений» — К. Мендель (Mendel), «Влияние развития микроскопа на биологическую науку» — М. Розбом, «Введение в изучение зоологии Византии» — И. Теодоридес (Theodorides); по истории медицины: «Операция катаракты, ее происхождение в древности и ее распространение с Востока на Запад» — А. Файгенбаум (Feigenbaum), «История анатомических воскоп» — Е. Гольдшмидт (Goldschmidt), «Из предистории антибиотиков»— Д. Папп (Papp); по истории техники: «Соли в древнем мире»— Р. Форбс, «История технологии соли» — М. Блох (Bloch), «Ранняя история применения алмазных инструментов» — И. Гродзинский (Grodzinski), «Краткая история использования солнечной радиации» — А. Робинсон (Robinson), «Из истории машин» —М. Куррейн (Courrein), «Замечания по поводу древних катапульт» — А. Драхман (Drachmann), «Из истории кораблестроения» — П. Жилль (Gille), «Развитие бронированных судов» — Р. Гейман (Heyman).

По сравнению с предыдущими (V и VI конгрессами), на VII конгрессе повысилось число докладов по истории техники и снизилось количество докладов по истории физико-математических наук.

VII конгресс принял две резолюции. Первая из них касалась преподавания истории науки и техники в высшей школе и в последних классах средней школы. Конгресс призвал всех участников к дальнейшему содействию в осуществлении этого мероприятия, к всемерной пропаганде истории естествознания и техники. Конгресс подчеркнул необходимость бо́льшего издания литературы по истории науки, поощрения работ по изданию документации (рукописей, переписки, каталогов рукописей и инструментов), организации и расширения музеев и выставок по истории науки.

Вторая резолюция касалась вопроса о каталогизации рукописей на арабском языке. Конгресс признал необходимым опубликовать эти каталоги, после того как они будут подготовлены по отдельным отраслям национальными и университетскими библиотеками, с которыми была осуществлена предварительная консультация.

Было принято решение вновь публиковать Ежегодник, вышедший последний раз в 1936 г., содержащий биографические сведения о всех членах Академии (в том числе и умерших) и библиографию их трудов.

VII конгресс, как и предыдущие, безусловно содействовал дальнейшему объединению ученых, занимающихся историей науки и техники, и способствовал дальнейшему развитию этой важной области знаний.

Следующий, VIII Международный конгресс по истории науки в соответствии с решением, принятым VII конгрессом, Союзом и Академией,— решено созвать в 1956 г. в Италии (Флоренция — Милан) 3—9 сентября. Подготовительная работа ведется Организационным комитетом (президент В. Ронки — Италия) и Итальянской национальной группой истории науки (президент Р. Альмаджиа).

Материалы V, VI и VII конгрессов были опубликованы сначала в журнале «Archives internationales d'Histoire des Sciences», а затем протоколы конгресса были выпущены отдельными томами: 1. Actes du V-e Congrès International d'histoire des sciences, Lausanne (30 Sept.— 6 Oct. 1947). Paris. 1948. 2. Actes du VI-e Congrès International d'histoire des sciences, Amsterdam (14—21 août 1950) Vol. 1—2. Paris. 1951—1953; 3. Actes du VII-e Congrès International d'histoire des sciences, Jérusalem (4—12 août 1953). Paris. s. a. Издает их Международная Академия истории наук.

Международный союз по истории науки

Международный союз по истории наук был основан в 1947 г. по инициативе ЮНЕСКО на V Международном конгрессе по истории науки в Лозанне. Тогда же он вошел в состав Международного объединения научных союзов[1]. Союз состоит из национальных групп и международных научных ассоциаций. Членом Союза может быть каждая страна в лице Академии наук или любой другой официальной научной организации или учреждения — при условии выполнения устава. Из меж-

[1] Это объединение было организовано в 1919 г. под названием Международный совет научных исследований, в 1931 г. он был переименован в Международный совет научных союзов (ИКСУ). В 1946 г. ЮНЕСКО при своей организации заключило с ИКСУ соглашение, на основе которого и осуществляется деятельность Совета. ИКСУ объединяет, направляет и координирует деятельность Международного астрономического союза, Международного союза биологических наук, Международного союза теоретической и прикладной химии, Международного союза по кристаллографии, Международного союза геодезии и геофизики, Международного географического союза, Международного союза истории наук, Международного союза теоретической и прикладной механики, Международного союза теоретической и прикладной физики, Международного союза исследований по радио и др.

дународных научных ассоциаций в Союз могут входить в виде секций ассоциации, занимающиеся историей наук, и ассоциации, занимающиеся смежными дисциплинами.

В Союз входят: а) национальные группы историков науки 22 стран: Аргентины (с 1948 г.), Бельгии (с 1947 г.), Бразилии (с 1947 г.), Венгрии (с 1948 г.), Египта (с 1950 г.), Израиля (с 1947 г.), Индии (с 1950 г.), Испании (с 1951 г.), Италии (с 1948 г.), Канады (с 1953 г.), Люксембурга (с 1948 г.), Нидерландов (с 1948 г.), Португалии (с 1947 г.), Румынии (с 1947 г.), США (с 1949 г.), Турции (с 1950 г.), Уругвая (с 1948 г.), Франции (с 1947 г.), Чехословакии (с 1947 г.), Швейцарии (с 1947 г.), Швеции (с 1950 г.), Японии (с 1947 г.); б) международные научные ассоциации: Международное общество истории медицины и Международный союз обществ истории фармации. Английская группа в 1951 г. вышла из Союза в связи с несогласиями по некоторым пунктам его устава.

Деятельность Союза, как уже указывалось, тесно связана с деятельностью Международной Академии истории наук. С одной стороны, Союз обеспечивает в финансовом отношении работу Академии, устанавливает бюджет Академии и проверяет его исполнение; с другой — Академия является руководящим органом Союза по вопросам научной деятельности.

Международный союз по истории наук имеет целью устанавливать связь между историками науки и учреждениями, обществами, журналами, занимающимися этой дисциплиной или смежными с нею; собирать все документы, необходимые для развития истории науки; принимать все меры, которые будут сочтены необходимыми или полезными для развития, распространения и организации работ по истории науки или близких дисциплин; организовывать международные конгрессы по истории науки; способствовать сохранению единства науки в целом и установлению связей между различными отраслями знания.

Верховным органом Союза является Генеральная ассамблея. Генеральная ассамблея Союза состоит из всех членов национальных групп, членов научных секций и Международной Академии истории наук. Ассамблея может выносить решения, если присутствует не менее половины состава всех национальных групп. Каждая национальная группа, каждая научная секция, каждый член Совета союза имеет право на один голос по каждому вопросу научного, административного, финансового и смешанного характера. По научным вопросам каждый действительный член Международной Академии истории наук, присутствующий на Ассамблее, имеет также право на один голос.

Генеральная ассамблея собирается на очередные заседания каждые три года, главным образом по случаю международных конгрессов по истории науки, но может быть созвана также в другое время по специальным вопросам, если треть действующих национальных групп потребует чрезвычайного созыва Ассамблеи.

Генеральная ассамблея Союза имеет следующие функции: выбирать членов Совета и делегатов для представления в Международном совете научных союзов, проверять финансовое хозяйство Союза, устанавливать проект бюджета Союза и размер взносов на последующие годы до ближайшей Ассамблеи, устанавливать и изменять устав Союза и правила, касающиеся ведения дел Союза, устанавливать место и время созыва следующей Ассамблеи Союза.

В 1953 г. в Иерусалиме одновременно с VII Международным конгрессом по истории науки состоялась III Генеральная ассамблея Международного союза по истории наук.

На Ассамблее были представлены следующие страны — члены Союза: Бельгия, Израиль, Индия, Испания, Италия, Канада, Люксембург, Нидерланды, Румыния, США, Франция, Чехословакия, Швейцария и Япония, Англия, а также Греция, Португалия, Тунис, Турция были представлены на Ассамблее лишь наблюдателями (без права голосования). Помимо делегатов от национальных групп, на Ассамблее были делегаты от Международных научных объединений — международных союзов — астрономических, биологических, математических и географических наук, а также от международных комиссий по энергетике и освещению.

Генеральная ассамблея Союза избирает Совет союза. Совет союза состоит из президента, двух вице-президентов, двух заседателей, администратора-казначея, генерального секретаря и бывшего президента. Члены Совета избираются на три года. Совет обеспечивает деятельность Союза в период между сессиями Генеральной ассамблеи. Решения Совета действительны, если присутствует не менее четырех членов. Президент и генеральный секретарь образуют Бюро союза, на которое возлагается управление Союзом в период между сессиями Совета и осуществление решений, принятых Генеральной ассамблеей и Советом.

В состав Совета, избранного в 1953 г., входят: Л. де Бройль (Broglie) — президент (Франция, непременный секретарь Парижской Академии наук), Дж. Сартон (США) — президент в отставке, В. Шопфер (Швейцария, б. ректор Бернского университета) и Г. Дингль (Англия, директор Института истории и философии наук Лондонского университета) — вице-президенты, Р. Татон (Франция), Г. Учелли (Uchelli) (Италия, директор Музея истории науки в Милане), Д. Виттоп-Конинг (Wittop-Koning) (Нидерланды) — заседатели, П. Сергеску (Франция) — генеральный секретарь.

Бюджет Союза складывается из взносов национальных групп, субсидий, даров и завещаний, продажи изданий. Каждая национальная группа и каждая научная секция делает в Союз ежегодный взнос. Этот взнос одинаков для всех стран и устанавливается Генеральной ассамблеей на три года (на 1953—1956 гг. он установлен в размере 25 долларов). Национальные группы и научные секции, не обеспечившие уплаты взносов, лишаются права голоса на очередной ассамблее. Национальные группы и научные секции, не внесшие взносов три года подряд по неуважительным причинам, считаются выбывшими из Союза.

Приведем краткую справку о некоторых национальных научных организациях и учреждениях по истории науки. В СССР, как известно, имеется Институт истории естествознания и техники АН СССР, Институт организации здравоохранения и истории медицины, комиссии по истории науки в ряде республиканских академий (например, в АН УССР) и исследовательские ячейки и группы в составе некоторых отраслевых институтов АН СССР и АМН СССР.

В Китайской Народной Республике имеется Общество историков медицины, основанное в 1937 г.; в 1947 г. в Нанкине состоялся II съезд общества, в 1950 г. в Шанхае — III съезд. Китайское общество историков медицины имеет свой печатный орган «Chinese journal of medical history». В Польской и Венгерской народных республиках имеются комитеты истории науки при академиях наук. В Чехословацкой Народной Республике в 1952 г. была организована Комиссия по истории наук при Чехословацко-Советском институте, в 1953 г. она вошла в состав Академии наук; комиссия издает ежегодники. В Германской Демократической Республике имеется Общество историков техники при издательстве «Technik», основанное в 1953 г., и Институт истории науки и техники (кафедра) при Дрезденском техническом училище.

В Федеративной Республике Германии — Объединение историков медицины, естествознания и техники; основано в 1901 г. в Гамбурге; ежегодно созываются съезды, орган — «Beiträge zur Geschichte der Medizin, Naturwissenchaft und Technik». В США существует «Общество истории науки», организованное в 1924 г. в Бостоне и издающее по сей день международный журнал по истории науки «Isis», основанный в 1913 г., и сборники «Osiris». «Isis» публикует материалы на 6 языках (английском, французском, немецком, итальянском, латинском, испанском). Общество ежегодно созывает съезды по истории науки — обычно одновременно со съездами Американской ассоциации развития науки или Американской исторической ассоциации. В Англии Британское общество истории науки, основанное в 1947 г., издает ежеквартально «Bulletin of the British Society for the History of Science» (с 1949 г.) в Лондоне; Общество изучения инженерного дела и техники им. Ньюкомена, основанное в 1920 г. в Лондоне, издает труды — «Transactions of the Newcomen Society for the Study of the History of Engineering and Technology». Во Франции группа историков науки с 1947 г. издает журнал «Revue d'Histoire des Sciences et de leurs Applicatios», Институт истории науки и техники в составе Парижского университета издает с 1934 г. сборники «Thalès», Общество по истории фармации издает журнал «Revue d'Histoire de la Pharmacie». В Аргентине существует национальная группа историков науки; исследования публикуются в журнале «Imago Mundi». В Бельгии есть Комитет истории наук (созвавший ряд национальных конгрессов) и Комиссия истории наук при Фламандской королевской академии наук. В Дании в 1950 г. основано Общество истории точных наук в Копенгагене. В Египте с 1949 г. существует Общество истории науки.

В Италии группой историков науки (основана в 1948 г.) издается журнал «Revista di Storia delle Scienze Mediche e Naturale»). В Испании существует Ассоциация истории испанской науки при Барселонском университете. В Нидерландах — в 1913 г. основано Общество истории медицины, математики и естествознания. В Португалии национальной группой историков науки издается журнал «Petrus Nonius». В Швейцарии — Общество истории медицины и естественных наук, основанное в 1921 г.; органом его является журнал «Gesnerus». В Швеции — Общество истории знаний, основанное в 1934 г., орган — ежегодник «Lychnos». В Японии — Общество истории науки; между прочим, среди докладов этого общества были: «История науки в СССР», «Мечников и его мировоззрение», «История науки в США», «История науки во Франции», «Общие аспекты истории горного дела и металлургии в современной Японии»; Общество имеет орган — журнал по истории науки. Национальная группа историков науки существует и в Индии. В Дели в конце 1950 г. Национальным институтом наук (при содействии ЮНЕСКО) был созван специальный симпозиум по истории науки в Южной Азии. Среди участников, кроме ученых Индии, были историки естествознания Пакистана, Цейлона, Бирмы, Малайи, Индонезии и Таиланда. В докладах было раскрыто богатое научное наследие народов.

Значительная часть перечисленных выше национальных научных обществ и институтов образуют национальные группы, входящие в состав Международного союза истории наук, часть — на пути к вступлению.

Национальные группы по истории науки, входящие в Союз, за период с момента вступления их в эту организацию по август 1953 г. провели 6 симпозиумов, 24 национальных конгресса, 270 публичных заседаний, 616 лекций.

При Союзе работают комиссии: социальных связей в науке, по преподаванию истории науки, по библиографии и каталогизации научных рукописей (с подкомиссией по учету старинных глобусов и научных инструментов), по Среднему Востоку (с 3 подкомиссиями: науки в Греции, еврейская медицина, науки у арабов).

Международная академия истории наук

Вопрос об организации Международной академии истории наук был поставлен на Международном историческом конгрессе в Осло в 1928 г. Секция истории науки этого конгресса поручила подготовительную работу по созданию Академии семи своим членам: А. Миели, А. Рею, Дж. Сартону, Сигеристу, Ч. Сингеру, К. Зудгоффу (Sudhoff), Л. Торндайку (Thorndike). На основе этой группы в 1928 г. в Париже был создан упомянутый Международный комитет истории наук.

На основанном по инициативе этого комитета в 1929 г. в Париже I Международном конгрессе по истории науки и была учреждена Международная Академия истории наук. Некоторые историки науки датой ее организации считают 1928 год — год решения Международного исторического конгресса в Осло и организации Международного комитета истории наук, тем более, что первые годы (до 1935 г.) Академия функционировала под тем же названием.

Международная Академия должна содействовать развитию истории естествознания и техники путем объединения ведущих специалистов всего мира, работающих в этой отрасли знания. Всего за 25 лет существования Академии было избрано 6 почетных членов, 75 действительных членов и 183 члена-корреспондента. В состав Академии истории наук от Советского Союза вошли академики В. В. Струве (1935 г.) и К. М. Быков (1939 г.), член-корреспондент АН СССР и действительный член АН Армянской ССР Х. С. Коштоянц (1947 г.) и профессора А. В. Васильев (1929 г.)[1], и М. Блох (1933 г.)[2]. За годы второй мировой войны Академия понесла потери. В 1947 г. в ее составе был только 31 действительный член (из 50) и 82 члена-корреспондента (из 100). К моменту последней Генеральной Ассамблеи Академии (1953 г.) в ее рядах насчитывалось: один почетный член, действительных членов — 45, членов-корреспондентов — 85. В Академии представлены 32 страны; Австрия (1 чел.), Англия (15 чел.), Аргентина (3 чел.), Бельгия (4 чел.), Бразилия (3 чел.), Венгрия (1 чел.), Германия (8 чел.), Гватемала (1 чел.), Греция (2 чел.), Дания (2 чел.), Индия (2 чел.), Иран (2 чел.), Израиль (2 чел.), Испания (3 чел.), Италия (8 чел.), Канада (11 чел.), Китай (2 чел.), Мексика (1 чел.), Нидерланды (7 чел.), Норвегия (1 чел.), Польша (3 чел.), Португалия (4 чел.), Румыния (3 чел.), СССР (3 чел.), США (18 чел.), Турция (1 чел.), Уругвай (1 чел.), Франция (13 чел.), Чехословакия (6 чел.), Швейцария (4 чел.), Швеция (4 чел.), Япония (1 чел.).

Члены Академии по специальностям распределяются так: общие проблемы — 30 чел., арабистика — 7 чел., математика — 21 чел., астрономия — 6 чел., физика — 5 чел., минералогия — 1 чел., химия — 7 чел., зоология — 3 чел., ботаника — 4 чел., общая биология — 6 чел., медицина — 34 чел., география — 4 чел., техника — 4 чел.

Высшим органом Академии является Генеральная ассамблея, созываемая один раз в 3 года — одновременно с международными конгрессами по истории науки.

Ассамблея избирает (на период между двумя ассамблеями) Совет академии в составе: президента, трех вице-президентов, казначея, бывших президентов и непременного секретаря. Совет собирается один раз в год в Париже.

В Совет Академии избирались и избираются крупнейшие исследователи, причем большинство из них одновременно входит в руководящие органы Международного союза истории наук.

В состав Совета, избранного на период 1953—1956 гг., входят: президент Ф. С. Боденгеймер (Израиль); вице-президент Р. Форбс (Нидерланды), Дж. Фултон (Fulton, США), Х. Миллас-Валикроза (Испания); непременный секретарь П. Сергеску (ныне покойный); члены Совета, б. президенты Дж. Лориа (Италия), Ч. Сингер (Англия), К. Феттер (Чехословакия), А. Реймон (Швейцария), И. Фольграфф (Нидерланды). Кратко остановимся на работе последней ассамблеи, тем более что она проливает свет на состояние и принципы комплектования этой научной корпорации.

[1] Скончался в 1929 г.
[2] Скончался в 1941 г.

Последняя, III Генеральная ассамблея Академии состоялась в 1953 г. в Иерусалиме. На Ассамблее были представлены ученые 12 национальных групп по истории науки (Канада, Испания, Франция, Израиль, Италия, Япония, Люксембург, Нидерланды, Румыния, Швейцария, Чехословакия, США), Международное общество истории медицины и 5 международных союзов, входящих в ИКСУ.

Одним из основных вопросов, которые рассматривала Академия, был вопрос о выборах действительных членов и членов-корреспондентов Академии.

Проект изменений устава был подготовлен комиссией в составе Боденгеймера, Реймона и Фольграффа и доложен Боденгеймером. В докладе подчеркивалось, что сопоставление результатов ряда выборов в Академию показало снижение научного уровня избираемых действительных членов и членов-корреспондентов. Было предложено, чтобы в дальнейшем в действительные члены избирались исключительно ученые, пользующиеся всеобщим признанием, внесшие существенный вклад в историю наук и преимущественно из числа членов-корреспондентов.

Члены-корреспонденты должны избираться по тому же принципу, что и действительные члены, но с учетом того, что большинство их только еще начинает свою научную деятельность.

Далее, в предшествовавших уставах содержался так называемый принцип минимума мест, отводимых различными странами мира, для того чтобы обеспечить представительство в Академии максимального числа стран. Две трети мест в Академии были распределены именно таким образом. Однако этот принцип себя не оправдал, так как в Академию избиралось много лиц только потому, что они были единственными кандидатами, предложенными для заполнения определенного места. Было предложено изменить число резервированных мест для групп или отдельных (больших) стран с двух третей до половины (со 100 до 75). Это изменение должно дать бо́льшую свободу выборщикам и в то же время вполне обеспечить права «малых наций».

С другой стороны, недостатком уставов было то, что ими не ограничивалось число мест в Академии для «крупных наций». В результате немцы, например, в 1936 г. и американцы, англичане, канадцы и французы в 1953 г. пользовались непропорциональным, по сравнению с другими странами, представительством в Академии. Было предложено обеспечить такое положение, чтобы число членов от каждой из групп и отдельных стран не превышало 10% и в некоторых случаях 12% числа всех членов.

В предыдущих уставах не было предусмотрено правильного соотношения между различными группами наук, хотя оно не менее необходимо, чем правильное соотношение представителей отдельных наций. В результате среди членов Академии доминируют представители общей истории и философии наук, не являющиеся естествоиспытателями, а среди представителей истории естественных и точных наук преобладают медики и математики; историки астрономии, физики и биологии представлены удовлетворительно, в то же время историки техники почти не представлены в Академии. Было предложено на очередных выборах (насколько это будет возможно) избегать избрания в Академию историков медицины и математики и стараться выбрать больше историков техники.

В итоге третья Генеральная ассамблея Академии приняла новый устав о выборах в Академию. Академия состоит из 50 действительных членов и 100 членов-корреспондентов, избираемых из историков науки, труды которых по данной специальности являются наиболее выдающимися и которые более других способствовали развитию этой отрасли знаний.

Для различных стран или групп стран обеспечен минимум мест, причем не обязательно, чтобы все эти места были заполнены. Они могут остаться временно вакантными.

В состав Академии входят также почетные члены, избираемые из числа наиболее заслуженных лиц.

Члены Академии избираются пожизненно. Ежегодно в конце декабря непременный секретарь просит действительных членов наметить новых кандидатов на вакантные места действительных членов и членов-корреспондентов. Для этого он сообщает им число вакантных мест. Голосование происходит письменно. Действительные члены избираются исключительно из числа членов-корреспондентов. Избранными считаются лица, которые получат максимальное число голосов, но не менее половины всех голосов и не менее трети голосов действительных членов.

Новые члены-корреспонденты избираются по списку, включающему имена всех ученых, которые получили при выборах двух предшествующих лет не менее пяти голосов. Список должен включать также всех тех кандидатов, которые были предложены письменно, не менее чем тремя действительными членами. Предложения эти должны быть присланы непременному секретарю в ноябре или декабре. Список этот рассылается непременным секретарем всем действительным членам. Выборы производятся в соответствии с указанными выше правилами выборов действительных членов. Почетные члены избираются на заседаниях очередных ассамблей Академии, происходящих раз в 3 года.

III Генеральная ассамблея Международной Академии истории наук в принятом новом положении (уставе) о выборах определила следующее минимальное число мест, резервируемых за отдельными странами или группами стран: СССР, Франции,

Германия (в целом), Великобритания и Ирландия, Италия, США, Южная Америка — по шесть мест; Испания, Швейцария, Польша, Бельгия, Нидерланды — по три места; Чехословакия, Швеция, Норвегия, Дания, Венгрия, Австрия, Румыния, Югославия, Греция, Индия, Япония, Китай, Австралия, Канада, Португалия — по два места; Финляндия, Болгария, Турция, Египет, Южно-Африканский союз, Новая Зеландия, Мексика, Центральная Америка — по одному месту.

III Генеральная ассамблея Академии создала Комитет по проведению очередных выборов в составе: Сартон, Боденгеймер, Реймон и Сергеску.

Ассамблея единогласно избрала почетным членом Академии крупнейшего французского физика, лауреата Нобелевской премии, непременного секретаря Парижской Академии наук Л. де Бройля (Broglie).

Генеральная ассамблея Академии заслушала и обсудила также доклад Ш. Моразé — председателя Комиссии ЮНЕСКО по подготовке и изданию 6-томной «Истории науки и культурного развития человечества» (Решение об издании этого труда было принято на V Генеральной ассамблее ЮНЕСКО в 1950 г. во Флоренции).

Академия избрала специальную комиссию для содействия этому важному начинанию в составе Форбса (председатель), Боденгеймера, Моразé, Нидхэма, Сартона и Сергеску.

В 1955 г. был составлен проспект почти всего издания, сейчас готовятся к публикации в «Тетрадях» исходные материалы и тексты первых томов. К работе привлечены ученые многих стран мира, в том числе и СССР. Представителем советских ученых в Комитете по изданию «Истории науки и культуры человечества» является А. А. Зворыкин.

Академия организовала II (1931 г.), III (1934 г.) и IV (1937 г.) международные конгрессы по истории науки, а также Международную конференцию (1936 г.) в Клуже — Бухаресте (Румыния). В 1939 г. в связи со второй мировой войной деятельность Академии прекратилась и была возобновлена только в 1946 г. при поддержке ЮНЕСКО. Последующие международные конгрессы организовывались Академией уже совместно с Международным союзом по истории наук.

С момента организации Академия приняла на себя выпуск журнала «Archeion» (основанного в 1919 г. А. Миели) в качестве органа Международного союза (Париж). С начала войны по существу прекратилось и издание журнала, хотя в 1939—1943 гг. несколько номеров было выпущено в Аргентине, куда переехал А. Миели. Всего вышло 25 томов «Archeion». С 1947 г. Академия ежеквартально издает в Париже орган Союза под названием «Archives Internationales d'Histoire des Sciences», который является новой серией «Archeion» (вышло в свет 33 номера). Редакционная коллегия: председатель — Сергеску (ныне покойный); главный редактор — Пельзенеер; члены — Альмаджиа, Кортезао, Феттер, Реймон, де Ваард (Waard), Сартон, Викерсгеймер. В журнале принимают участие ученые 40 стран.

Хочется подчеркнуть, что на страницах этого журнала публикуются рецензии на работы советских историков науки. В частности, опубликованы рецензии на монографии: Л. Ш. Давиташвили «В. О. Ковалевский»; Я. Г. Дорфмана «Лавуазье», В. Ф. Кагана «Лобачевский», Б. В. Гнеденко «Очерки по истории математики», на американское издание книги Б. Н. Меншуткина «М. В. Ломоносов». В статье Божуана «История науки в национальных архивах Парижа» дается положительная оценка труда О. А. Старосельской-Никитиной по истории науки и техники в эпоху Французской буржуазной революции; в № 8 за 1949 г. помещена информация об издании в СССР 15-томного Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова; в № 13 за 1950 г. помещено сообщение о смерти выдающегося советского академика Лузина; в № 12 за 1950 г. сообщалось о предполагаемом большом научном заседании в АН СССР, посвященном 300-летию со дня смерти Р. Декарта, и об издании его трудов.

Тематика материалов, публикуемых в журнале, очень разнообразна. В нем помещаются исследования по истории различных отраслей естествознания и техники, документы из научного наследия ученых прошлого, статьи по организации методологии, библиографии, по хронологии, преподаванию истории науки, по организации музейного дела и т. д.

Кроме указанных выше изданий (журнал и труды конгрессов), Союз и Академия издали ряд текстов по античной науке (например, Прокла), науке средних веков (Тимофей из Газы, Ибн-Кутайбы), каталог рукописей о чуме, хранящихся в библиотеках Англии и Ирландии.

Таковы международные объединения по истории науки, их уставы, состав и издания.

Л. В. Каминер, И. А. Поляков

СЪЕЗД ИСТОРИКОВ ТЕХНИКИ ГЕРМАНСКОЙ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

(Дрезден, 16—18 сентября 1955 г.)[1]

31 января 1955 г. в Германской Демократической Республике при Камере техники было основано «Рабочее общество истории техники»[2]. В том же году состоялся I съезд этого общества, на котором присутствовало 300 человек. Участниками съезда были сотрудники «Рабочих обществ истории техники», руководители краевых музеев, члены обществ любителей природы и краеведения, сотрудники государственных музеев и библиотек, преподаватели высших учебных заведений и институтов, члены клубов юных техников и историков, работники государственных и производственных архивов.

Основными вопросами первого съезда явились доклад профессора доктора Лея (Высшее техническое училище, Дрезден) «Развитие техники и ее значение для общества» и доклады, посвященные 400-летию со дня смерти великого немецкого ученого-гуманиста Агриколы.

Профессор доктор Лей в начале своего доклада дал критическую оценку нессимизма буржуазных техников, который проявился в особенности на конференции Объединения германских инженеров в мае 1955 г. в Мюнстере (ГФР). Профессор Лей убедительно показал, что любой инженер, где бы он ни работал, должен бороться за прогресс и нести ответственность за употребление техники во зло. То, что буржуазные ученые ищут прибежища в иррациональных воззрениях,— ведет к оправданию империалистических войн.

Профессор Лей в своем докладе указал, что история техники является существенной, составной частью истории производительных сил и что между техникой, естествознанием и философским материализмом существует тесная взаимосвязь. Разработка вопросов истории техники является активной силой в решении культурных и производственно-технических задач в Германской Демократической Республике. История техники должна быть связана с современным производством, учитывать перспективы развития техники. Нужно создать труды по истории каждой из отраслей промышленности вплоть до новейшего времени.

Второй день был отведен обсуждению вопросов методики работы в области истории техники. Доклады были посвящены разнообразным вопросам охраны памятников, архивному делу, изучению первоисточников, разработке экспозиции истории техники в музеях и т. п. В них указывались пути и возможности расширения исследований по истории техники.

Утром второго дня состоялось специальное совещание руководителей краеведческих музеев и членов обществ любителей природы и краеведения Союза культуры, на котором рассматривались принципы специальной экспозиции техники в краеведческих музеях.

В адрес съезда было прислано приветствие от Института истории естествознания и техники Академии наук СССР, встреченное громкими аплодисментами присутствующих.

Отдельные историки техники из Федеративной Республики Германии, среди которых был профессор доктор Шиманк (Гамбург), к сожалению, не имея возможности воспользоваться приглашением, прислали участникам съезда пожелания успешной работы и научных достижений.

Вопросы, поднятые на съезде, вызвали оживленную дискуссию. Аспирант по истории техники при Дрезденском высшем техническом училище Гейнц Мюллер подчеркнул, что история техники должна разрабатываться на основе диалектического и исторического материализма. Особое внимание, по мнению Гейнца Мюллера, следует уделить изучению развития техники и промышленности после 1945 г. История техники должна служить решению культурных и производственно-технических задач Германской Демократической Республики. Гейнц Мюллер считает, что курс истории техники следует ввести в программы профессиональных школ, специальных учебных заведений и всех высших технических школ и университетов. Для этого необходимо создать учебники и учебные пособия по истории техники. Историки науки должны также принять самое активное участие в организации политехнических музеев в целях расширения научно-технической пропаганды. Необходим Центральный технический музей, в котором должны быть представлены наиболее ценные памятники истории техники. Докладчик подчеркнул большое значение изучения истории определенных отраслей техники работниками, непосредственно занятыми в этих отраслях.

Доктор Г. Кнорр, руководитель отдела краеведческих музеев Министерства культуры, осветил работу краеведческих музеев. Музеи должны уделять больше внимания экспозиции производств, развитию орудий и способов производства, типического в становлении производства данного края. Это поможет показать влияние техники на развитие общества.

[1] Настоящее сообщение написано на основе отчета о съезде историков техники в Дрездене, составленного Гербертом Ризелем (ГДР).

[2] «Рабочее общество истории техники» является добровольным обществом, занимающимся историко-техническими исследованиями и пропагандой истории техники. Оно имеет свои филиалы во многих городах ГДР.

Делегаты Государственного архива в Мерзебурге и Государственной библиотеки призвали присутствующих ученых в большей мере, чем ранее, пользоваться богатыми материалами и собраниями первоисточников этих учреждений.

Государственный секретарь, профессор доктор Харич подчеркнул, что историк не должен ограничиваться изучением далекого прошлого. В центре внимания должны быть исследования в таких областях, как энергетика, химия и тяжелая промышленность, которые являются важнейшими областями для обеспечения успешного выполнения второго пятилетнего плана; исследования связи между наукой и производством; исследования по истории нормирования и стандартизации.

Надлежит прежде всего, продолжал профессор Харич, способствовать лучшему уяснению нашей молодежью проблем истории техники; в области историко-технических исследований Германская Демократическая Республика должна стать примером для всей Германии.

Участники съезда послали приветственную телеграмму съезду Германского объединения истории медицины, естествознания и техники и «Рабочего общества истории техники» при Объединении германских инженеров, происходившему с 24 по 29 сентября 1955 г. в Касселе (ФРГ).

В телеграмме говорится:

«Участники I съезда «Рабочего общества истории техники» в Дрездене приветствуют Германское объединение истории медицины, естествознания и техники, а также Рабочее общество истории техники при Объединении германских инженеров и желают полного успеха совместному съезду, который состоится 24—29 сентября 1955 г. в Касселе.

Исследовательская работа в области истории различных дисциплин обнаруживает многочисленные точки соприкосновения. Поэтому мы благодарны за то, что наши предложения были учтены в повестке Вашего съезда, и надеемся, что при помощи этих докладов углубятся и укрепятся взаимные связи.

С особой радостью приветствовали бы мы на нашем следующем съезде представителей Вашего объединения».

Всем участникам съезда был роздан специальный выпуск журнала Технического общества, в котором напечатан полный текст основного доклада и некоторых кратких сообщений, а также рефераты остальных докладов.

18 сентября участники съезда осматривали технические и культурные памятники Фрейберга и Альтенберга.

Съезд показал, что в Германской Демократической Республике имеются все предпосылки для решения больших задач в области историко-технических исследований. Важным вспомогательным средством для этого является «Рабочее общество истории техники». Большое значение имеет совместная работа с руководителями краеведческих музеев и членами обществ друзей природы и краеведения, входящих в Культурный союз.

Съезд, далее, показал, что большое число таких учреждений, как институты охраны памятников, государственные музеи и библиотеки, государственные, хозяйственные и производственные архивы, готовы участвовать в совместной работе над историей техники.

Съезд наметил основные задачи работы историков техники на ближайшее будущее.

1. История техники, изучающая историю усовершенствования орудий труда, имеет большое значение для правильного понимания истории общества. Она должна основываться на диалектическом и историческом материализме. Следует обратить особенное внимание на то, чтобы исследования были сосредоточены на германской истории, для того чтобы восполнить существенные пробелы в отношении технико-производственной стороны истории германского народа. Центром работы должны явиться области, имеющие народно-хозяйственное значение. Изложение развития техники необходимо доводить до новейшего времени.

2. Исследования по истории техники должны быть изложены в виде учебников и учебных материалов, чтобы они могли найти применение в качестве учебных пособий в профессиональных и специализированных школах и высших технических учебных заведениях.

3. Следует приступить к созданию политехнических музеев и Центрального технического музея. Эти учреждения смогут выполнить значительную работу в области политехнического образования и воспитания.

4. В краеведческих музеях следует впредь обращать больше внимания на экспозицию орудий труда и основных производственных приемов, причем определяющим для общей экспозиции должно явиться типическое для производства данного края, что сможет обогатить представления о воздействии развития техники и производства на общество.

5. Съезд поставил вопрос об усилении охраны памятников истории техники.

По мнению участников съезда решения этих обширных задач могут быть осуществлены лишь при помощи коллективной работы историков техники и особенно при живом участии самих техников.

О РАБОТЕ СЕМИНАРА ПО ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ В МОСКОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ

Историко-математический научный семинар работает в МГУ свыше 20 лет. Он объединяет не только сотрудников университета, но и преподавателей московских, а также некоторых периферийных высших учебных заведений, ведущих исследовательскую работу в области истории математики. Значительная часть статей по вопросам истории математики, опубликованных в девяти выпусках сборника «Историко-математические исследования» (1948—1956), принадлежит участникам этого семинара. Многие статьи были предварительно обсуждены на заседаниях семинара.

Руководителями семинара в настоящее время являются профессора А. П. Юшкевич и С. А. Яновская.

В этой заметке мы хотим в общих чертах охарактеризовать работу историко-математического семинара за последние два года. В 1954 г. на заседаниях семинара была заслушана серия докладов К. А. Рыбникова о математических рукописях К. Маркса. Исследование этих рукописей составило основное содержание докторской диссертации К. А. Рыбникова, защищенной в том же году. В настоящее время К. А. Рыбников и С. А. Яновская заканчивают работу по подготовке к печати математических рукописей К. Маркса.

В прошлом учебном году семинар заслушал некоторые результаты работы по изучению истории преподавания математики в Московском университете в XIX в. Эту работу И. И. Лихолетов (г. Молотов) выполнял под руководством С. А. Яновской. Защищенная несколько позже кандидатская диссертация И. И. Лихолетова послужила основой для работы И. И. Лихолетова и С. А. Яновской по истории математики в Московском университете, опубликованной в VIII выпуске «Историко-математических исследований».

В связи со столетней годовщиной со дня смерти К. Ф. Гаусса, на семинаре был заслушан цикл докладов о научном творчестве этого выдающегося ученого. Обзорный доклад прочитал К. А. Рыбников. В докладах Б. Н. Делоне были детально рассмотрены некоторые сочинения Гаусса по теории чисел, недостаточно освещенные в историко-математической литературе. Эти доклады в настоящее время опубликованы.

Три доклада были посвящены вопросам античной математики. Н. Г. Башмакова выдвинула новое истолкование античных методов нахождения касательных и экстремумов (см. «Историко-математические исследования», вып. VII) и детально осветила результаты Архимеда в сочинении о плавающих телах.

Н. Г. Башмакова реконструировала единый метод, с помощью которого Архимед нашел все положения устойчивого равновесия прямого сегмента параболоида вращения. В основе этого метода лежит использование некоторой модификации поверхности центров, в явной форме введенной в рассмотрение лишь Дюпеном в начале XIX в.

Н. Г. Алимов (г. Ярославль) прочитал доклад о количественных отношениях в древнегреческой математике.

Б. А. Розенфельд и А. П. Юшкевич в 1954 г. продолжали намеченную еще в 1951 г. А. П. Юшкевичем работу по истории математики народов Средней Азии и Ближнего Востока, в частности, по истории научной школы Улугбека. В VII выпуске «Историко-математических исследований» впервые на русском языке дан перевод (Б. А. Розенфельда) двух классических сочинений Джемшида Гиясэддина аль-Каши, уроженца Ирана, работавшего в Самаркандской обсерватории Улугбека в первой половине XV столетия. Фотокопия Берлинской рукописи Аль-Каши представлена переводчику Б. В. Гнеденко. Даются подробные комментарии Б. А. Розенфельда и А. П. Юшкевича к этим сочинениям.

В последние годы в семинаре положено начало весьма важной области исследований — работе по изучению истории математики в Китае. Первыми результатами явился доклад А. П. Юшкевича, в котором была дана новая общая концепция древнекитайской математики (см. «Историко-математические исследования», вып. VIII и сб. Ин-та истории естествознания и техники АН СССР «Из истории науки и техники Китая»). Аспирант Э. И. Берёзкина (руководитель И. Г. Башмакова) сделала на заседаниях семинара несколько сообщений об отдельных результатах исследований китайских ученых. В настоящее время Э. И. Березкина заканчивает перевод классической «Математики в девяти отделах», написанной около 20 веков назад.

С. В. Смирнов прочитал доклад «Об одном индийском вычислительном приборе» и подготовил статью «Астролябия Московского музея восточных культур». В докладе и статье идет речь о так называемой индийской астролябии, хранящейся в Музее восточных культур в Москве[1].

Надписи на астролябии, сделанные на персидском языке, обозначают следующее.

[1] Этот экземпляр астролябии описан в статье «Индия» нового издания БСЭ, причем астролябия отождествлена с теодолитом. Это совершенно неправильно, так как средневековая астролябия была не столько угломерным инструментом, сколько счетно решающим устройством. Аналогично трактуется прибор и в статье, поясняющей слово «астролябия» (См. H. Michel. Traité d'astrolabe. Paris, 1947).

Первая, помещенная с лицевой стороны под кольцом для подвеса, гласит: «Сказано: знаки этой астролябии из астролябии его величества Мирзы Байсунгара светлого раджи в 996 году в городе Лагоре». Год обозначен индийскими знаками и означает 996 г. мусульманского летоисчисления или 1596 г. н. э.

Вторая надпись, лучше сохранившаяся, обнаружена внутри прибора и повторяет первую с пропуском титулов Байсунгара, имя которого читается совершенно отчетливо.

Таким образом, источником московской астролябии является инструмент, приписываемый Байсунгару. Титулы, относящиеся к имени Байсунгара, указывают на его высокое положение лица, принадлежащего к правящей династии. Связи, которые существовали между севером Индии и государством Тимуридов в течение XV—XVI вв. (Лагор был узловым пунктом этих связей) делают вероятным предположение, что упомянутый Мирза Байсунгар был одним из двух видных Тимуридов, носивших это имя и интересовавшихся астрономией. Детальный анализ дисков астролябии указывает на ее среднеазиатское происхождение, что подтверждается и списком городов, для которых приведены входные данные для вычислений. Этот список представляет точное извлечение из таблицы городов Улугбека, астрономическая проверка даты указывает, что оригинал астролябии соответствует промежутку времени 1500—1600 гг. н. э. Любопытно, что нанесенные на астролябии числа и кривые, называющиеся в наше время номограммой, надпись передает словом rukumi. Это слово означает и число, и знак, и образ.

В описании Абд-ар-Резака обсерватории Улугбека это слово употреблено вместе со словом c̄aqēi, обозначающим изображение, в частности живопись, что дало основание академику В. В. Бартольду истолковать это место хроники Абд-ар-Резака как указание на стенную живопись, якобы имевшуюся в обсерватории Улугбека.[1]

Действительно, весьма вероятной представляется гипотеза о существовании в обсерватории Улугбека номограмм. В книге Т. Н. Кары-Ниязова «Астрономическая школа Улугбека» упоминается об открытых при раскопках мраморных плитах с нанесенными на них числами и желобками в виде дуг кругов различных радиусов. Т. Н. Кары-Ниязов считает эти плиты фрагментами горизонтального круга, находившегося на кровле обсерватории. По всей вероятности, это и есть остатки упоминаемых Абд-ар-Резаком изображений, т. е. как мы сказали бы сейчас, номограмм для астрономических вычислений.

То обстоятельство, что астролябия Музея восточных культур представляет собою копию или, вернее, компиляцию различных источников, обнаруживается по ошибкам, содержащимся в пяти счетных дисках этой астролябии.

Подробный анализ дисков дается в упомянутой выше статье, подготовленной для «Историко-математических исследований».

[1] В. В. Бартольд. Улугбек и его время. 1918, стр. 110.

На протяжении последних полутора лет на семинаре был заслушан цикл докладов Н. И. Симонова о результатах Л. Эйлера в теории обыкновенных дифференциальных уравнений. Привлечение эйлеровских исследований по математическому естествознанию позволило выяснить ряд теоретических результатов Эйлера, оставшихся нерассмотренными в историко-математической литературе. В частности, было показано, что в эйлеровской «Механике» имеются решения таких механических задач, когда соответствующая задача с начальными условиями допускает бесконечное множество решений, два решения или вообще не имеет решения. Как выяснилось, критерий Эйлера для различения частных и особых интегралов основан на изучении расходимости соответствующих несобственных интегралов и позволяет получить следствия, представляющие интерес для проблемы единственности решения задачи с начальными условиями. Эйлер нашел в теории линейных систем дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами более общие и более близкие к современной теории результаты, чем результаты Даламбера, основанные на методе элиминирующих множителей (см. «Историко-математические исследования», вып. IX). Результаты изучения вклада Л. Эйлера в теорию уравнений с частными производными были освещены в дальнейших докладах Н. И. Симонова. Здесь были выяснены влияние гидродинамических исследований Эйлера на развитие им начал теории уравнений с частными производными первого порядка, содержание полученных им результатов о нахождении решений типа «общего интеграла» по современной терминологии и преемственность этих результатов в дальнейшем развитии теории в трудах Ж. Лагранжа. Кроме того, было освещено значение ряда работ Эйлера в создании основ метода характеристик для линейных дифференциальных уравнений второго порядка гиперболического типа.

Отдельные гидродинамические исследования Эйлера были рассмотрены в докладе И. А. Тюлиной «О работах Л. Эйлера и Н. Бернулли по теории реактивного движения тел переменного состава».

При обсуждении этого доклада была отмечена желательность установления более тесной связи между математиками и механиками, работающими в области истории соответствующих наук (И. А. Тюлина по специальности механик).

В 1955/56 учебном году на заседаниях семинара была прочитана серия докладов

аспирантом А. А. Гусаком (руководитель С. А. Яновская) о предистории исследований П. Л. Чебышева наилучшего приближения функций. Учитывая, что источником теоретических исследований П. Л. Чебышева в этой области явились его занятия теорией механизмов, и в частности теорией параллелограмма Уатта, докладчик подробно осветил историю работ, посвященных параллелограмму Уатта. Он же детально разобрал работы Лапласа, Фурье, Понселе, впервые ставивших задачи о равномерном приближении. В последнее время А. А. Гусаку удалось восстановить доказательство П. Л. Чебышева свойств параллелограмма Уатта, сформулированных в работе «Теории механизмов, известных под названием параллелограммов». Точного доказательства утверждений о свойствах параллелограммов, указанных в первых параграфах этой работы, до сих пор не было опубликовано.

Обзорный доклад об основных периодах развития теории аналитических функций прочитал С. Е. Белозеров (г. Ростов). Значительное внимание было уделено проблеме периодизации этой ветви математического анализа.

В конце 1955 г. был заслушан доклад А. Е. Кастальского (г. Гродно) о работах польского математика Г. Вронского, идеи которого были в 1939 г. с новой точки зрения изучены и истолкованы известным львовским ученым С. Банахом.

Некоторые результаты работ И. Г. Башмаковой, К. А. Рыбникова и Н. И. Симонова были заслушаны на заседаниях Московского математического общества. Имеются также связи между историко-математическим семинаром и методологическим семинаром механико-математического факультета. Это выразилось, в частности, в том, что доклад С. А. Яновской «Новые материалы о борьбе материализма с идеализмом в математике» был заслушан на объединенном заседании методологического семинара и Московского математического общества.

В работе семинара принимают участие несколько слушателей курсов повышения квалификации преподавателей математики вузов. Некоторые из них имеют темы кандидатских диссертаций по истории математики. Участвуют в заседаниях семинара и студенты четвертого и пятого курсов.

Тематика дипломных и курсовых работ студентов связана или с вопросами истории античной математики или с историей отдельных математических наук в XVIII и XIX вв.

Здесь мы отметим лишь некоторые из этих работ. В дипломной работе студентки Медведовской (руководитель И. Г. Башмакова) был выяснен вопрос о том, какую группу преобразований координат применял Аполлоний при классификации конических сечений. Эта работа, так же как и дипломная работа Бирюковой о теории алгебраических чисел у Коши, рекомендована для опубликования. Рекомендованы к печати также дипломные работы студенток Сорокиной и Разумовской (руководитель И. Г. Башмакова) о работах Абеля о разрешимости в радикалах алгебраических уравнений.

Из курсовых работ рекомендована к печати работа Дубинской о гипергеометрическом ряде Гаусса (руководитель И. Г. Башмакова).

Для исследований по истории математики, выполненных за последние годы в семинаре, характерно стремление сосредоточить основное внимание на нескольких направлениях. Необходимо продолжать и интенсивно развивать уже начатую в семинаре работу по изучению истории математики у народов Азии, причем эта работа должна идти как по линии комментирования и перевода уже известных текстов, так и по линии обследования рукописных фондов музеев и хранилищ. В частности, представляют интерес проблемы проникновения эллинистических влияний в Среднюю Азию, связи между математикой народов Китая, Индии и народов Средней Азии. Существующие в настоящее время возможности культурного обмена с Китаем, Индией и Афганистаном должны быть широко использованы в работе семинара. Несомненно, заслуживает дальнейшего изучения древнегреческая математика: несмотря на огромную литературу по этому вопросу, многое приходится пересматривать заново.

В истории математики XVIII — первой половины XIX в. целесообразно продолжить работу по следующим проблемам: развитие теории обыкновенных дифференциальных уравнений и уравнений математической физики, развитие приближенных методов в анализе, развитие теории функций комплексного переменного. Представляет несомненный интерес детальное изучение творчества отдельных ученых, например, П. Л. Чебышева.

Историко-математический семинар МГУ не всегда оказывал нужную помощь в работе по истории математики, ведущейся в периферийных вузах. В адрес семинара поступали запросы о работе по истории математики и от некоторых научно-учебных заведений народных демократических республик, которые также иногда оставались без ответа.

Одной из важных задач семинара является создание учебников по истории математики для университетов и педвузов. До сих пор написаны только первые лекции по истории античной математики. К этой работе и к составлению методической литературы необходимо привлечь более широкий круг лиц. Следовало бы поручать работникам московских и периферийных вузов написание отдельных лекций или очерков по истории математики с обязательной публикацией лучших из них. В учебнике для университетов должно найти

отражение современное состояние математики. С этой точки зрения представил интерес доклад А. Д. Александрова (г. Ленинград) о программе курса истории математики, который он читает в Ленинградском университете. Одной из особенностей этого курса является весьма подробное изложение основных направлений развития математики в XIX—XX вв. В отличие от курса, читаемого в МГУ (И. Г. Башмакова, К. А. Рыбников), предшествующим эпохам уделяется меньше времени.

До сих пор в СССР не созывались специальные конференции по истории математики и механики.

Необходимо использовать работу секции истории математики предстоящего III Всесоюзного съезда математиков как начало периодических созываемых конференций по истории математики, механики и астрономии.

И. И. Симонов, С. В. Смирнов

О РАБОТЕ ПО ИСТОРИИ ТЕХНИКИ НА УКРАИНЕ

30 сентября 1955 г. Президиум Академии наук Украинской ССР заслушал и обсудил отчет о работе Комиссии по истории техники АН УССР за 1954—1955 гг. (Председатель комиссии — действительный член АН УССР И. Т. Швец, ученый секретарь — кандидат технических наук Г. М. Добров).

Президиум АН УССР одобрил работу Комиссии по истории техники и отметил как основные ее достижения за отчетный период: а) проведение совместно с Институтом истории естествознания и техники АН СССР первого Украинского республиканского совещания по истории техники; б) организацию систематического издания сборников научных трудов комиссии — «Очерки по истории техники»; в) организацию филиалов комиссии в крупнейших промышленных центрах республики; г) регулярное проведение научных семинаров и юбилейных заседаний.

Президиум дал положительную оценку работе комиссии по координации научных исследований в области истории техники и рекомендовал систематически расширять эту работу в направлении объединения с научными исследованиями по истории естествознания и общественных наук.

Президиум утвердил руководителей филиалов Комиссии по истории техники в Харькове, Днепропетровске, Сталино, Кривом Роге, Одессе, Николаеве и дал ряд указаний, направленных на активизацию работы этих филиалов, а также рекомендовал комиссии шире освещать творческие связи отечественной и зарубежной научно-технической мысли, обратив особое внимание на достижения науки и техники в странах народной демократии, и отметил желательность установления тесного контакта между работниками по истории науки и техники Украинской ССР и стран народной демократии (обмен печатной продукцией, научные командировки и т. д.).

На заседании было отмечено, что институты истории, археологии, экономики, философии могут активно содействовать улучшению работы по истории естествознания и техники. Указано на необходимость творческого контакта с Институтом языкознания АН УССР, который приступил к составлению украинского словаря научно-технической терминологии.

На заседании Президиума АН УССР обсуждался поднятый Комиссией по истории техники вопрос об организации работы в области изучения истории Академии наук Украинской ССР и о подготовке к 40-летию АН УССР, исполняющемуся в 1959 г., сборника «Материалов к истории Академии наук Украинской ССР.

* * *

22 ноября 1955 г. в г. Киеве было проведено юбилейное заседание, посвященное 400-летию со дня смерти выдающегося немецкого ученого Георгия Агриколы. Заседание было организовано Комиссией по истории техники АН УССР совместно с Украинским обществом культурной связи с заграницей, Институтом геологических наук АН УССР, Институтом горного дела им. М. М. Федорова АН УССР и другими научными и общественными организациями.

После вступительного слова действительного члена АН УССР И. Т. Швеца с докладом о жизни и деятельности Георгия Агриколы выступил старший научный сотрудник Отдела истории техники при Бюро Отделения технических наук АН УССР Ю. А. Анисимов.

СОДЕРЖАНИЕ

Основные проблемы пятилетнего плана Института истории естествознания и техники Академии наук СССР 3

В. Н. Кондратьев. Очерк истории развития кинетики химических реакций . . . 9
Г. Ф. Рыбкин. Николай Иванович Лобачевский 50
В. П. Зубов. Пьер Гассенди 61
Л. С. Полак. Из истории волновой теории света 76
Э. Кольман. Жизнь и научная деятельность Руджера Бошковича (1711—1787) 92
А. А. Михайлов (Ленинград). Идеи Канта о природе приливного трения . . . 110
М. Ф. Субботин (Ленинград). Работы Анри Пуанкаре в области небесной механики 114
Л. Л. Зайцева. В. А. Бородовский и его работы по радиоактивности 124
Д. П. Щербаков. В. И. Вернадский и советская минералогия 138
Г. В. Никольский. Сведения по экологии животных в индийском эпосе «Махабхарата» и «Рамаяна» 146
М. С. Дунин (СССР), Иштван Сепеши (Венгрия). Очерк развития фитопатологии в Венгрии. 155
Л. Ш. Давиташвили и И. Г. Химшиашвили (Тбилиси). К истории термина «палеонтология» и некоторых других названий науки об организмах прошлых геологических времен 176

К 50-летию со дня смерти А. С. Попова

Б. С. Сотин. Изобретатель радио А. С. Попов 182
Е. А. Попова-Кьяндская (Ленинград). А. С. Попов на Всероссийских съездах естествоиспытателей и врачей 189
М. И. Радовский. (Ленинград). А. С. Попов на международных электротехнических съездах 193

Юань Хань-цин. Возникновение и развитие производства бумаги в Китае . . 199
Д. М. Беркович, А. А. Зворыкин. Некоторые тенденции в развитии технологии современного машиностроения 207
А. М. Гелюта. Развитие идей применения бестранспортных систем разработок на угольных разрезах СССР 217
А. П. Черепнев. К истории развития материалов, применяемых для производства металлорежущего инструмента 227
Д. Д. Калафати. Идейное влияние работ М. В. Ломоносова на творчество И. И. Ползунова 238
Л. И. Уварова. Первые передачи энергии на расстояние. 245

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

П. И. Зюков. Письмо П. Н. Лебедева Б. Б. Голицыну 253
Ю. И. Соловьев. Письма Сванте Аррениуса П. И. Вальдену 259
Ю. С. Мусабеков и А. М. Баунов (Ярославль). Последний ассистент А. М. Бутлерова — Б. Ф. Рицца и его исследования 264

П. И. Скаткин. Интерес И. П. Павлова к работам в области зоотехнической физиологии 269
И. В. Федоров. О рукописном наследии Д. Н. Анучина. 275
В. И. Остольский. К истории конструирования подвесных канатных дорог в России (семидесятые годы XIX в.) 277
А. А. Ураносов. Неопубликованные чертежи русских лесопильных предприятий XVII в. 282

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

А. Т. Григорьян. Ценный вклад в изучение истории математики и механики в Московском университете 287
А. П. Юшкевич. Старинная немецкая рукопись по арифметике 290
Ю. М. Гайдук (Харьков). Вопросы истории математики на страницах журнала «Математика в школе» 291
В. П. Зубов. Проблемы истории естествознания на VII Международном конгрессе по истории науки 294
С. В. Шухардин. Славные страницы технического творчества русских изобретателей XVIII в. 297
Л. М. Костиков. О книге С. П. Тимошенко «История науки о сопротивлении материалов» 299
Ю. Н. Сорокин. Некоторые замечания об одной американской книге по истории науки и техники 306

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

В Институте истории естествознания и техники АН СССР 311
Вторая научная конференция молодых специалистов Института истории естествознания и техники. (М. И. Мосин) 312
Юбилей И. В. Мичурина. (А. А. Новиков) 313
50-летие со дня смерти великого физиолога И. М. Сеченова. (Н. А. Григорьян). 318
150-летие Московского общества испытателей природы. (Л. Л. Потков) . . . 322
Лейденская выставка по истории микроскопа. (С. Л. Соболь). 324
Международные объединения по истории науки. (Л. В. Каминер, И. А. Поляков) 326
Съезд историков техники Германской Демократической Республики 335
О работе семинара по истории математики в Московском государственном университете. (Н. И. Симонов, С. В. Смирнов). 337
О работе по истории техники на Украине 340

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. А. Фигуровский (главный редактор), В. А. Голубцова, А. Т. Григорьян, А. А. Зворыкин, В. П. Зубов, Б. М. Кедров, И. Я. Конфедератов, С. Р. Микулинский, А. М. Самарин, Б. С. Сотин, А. В. Топчиев, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич

Адрес редакции: Новая площадь 3/4, подъезд 2, комн. 14, т. Б 8-08-75

Вопросы истории естествознания и техники, в. 2.

*

Утверждено к печати
Институтом истории естествознания и техники
Академии наук СССР

*

Редактор издательства *Е. М. Кляус*
Технический редактор *А. А. Киселева*

*

РИСО АН СССР № 23-104 В. Сдано в набор 11/V 1956 г.
Подп. в печать 22/VIII 1956 г. Формат бум. 70×108¹/₁₆.
Печ. л. 21,5 (33,7) Уч.-изд. лист. 32,1
Т-05376. Тираж 2200 экз. Изд. № 1730. Тип. зак. № 516

Цена 15 р.

Издательство Академии наук СССР.
Москва Б-64, Подсосенский пер., д. 21

2-я типография Издательства АН СССР.
Москва Г-99, Шубинский пер., д. 10

К СВЕДЕНИЮ АВТОРОВ

Редакция «Вопросов истории естествознания и техники» доводит до сведения авторов следующие обязательные условия приема рукописи.

Статьи не должны превышать 24 стр., напечатанных на пишущей машинке через два интервала; сообщения, публикации и рецензии —10—15 стр.

Рукописи должны быть напечатаны на одной стороне листа, однотипно, на бумаге определенного формата, с одинаковым количеством строк на каждой странице.

Математические и структурные химические формулы следует тщательно вписывать от руки.

Перечень рисунков и чертежей и подписи к ним представляются на отдельном листе и в текст статьи не включаются. Ссылки на рисунки даются в соответствующих местах текста и выносятся на поля. Все ссылки на источники даются в подстрочных примечаниях.

Рукописи представляются обязательно в двух экземплярах.

Иногородним авторам корректуры не высылаются.

Чертежи к статьям, направляемым для опубликования в сборниках «Вопросы истории естествознания и техники», должны быть вычерчены карандашом на плотной бумаге или тушью на кальке и представлены в 2-х экземплярах.

Каждый чертеж должен быть выполнен с соблюдением определенных масштабных соотношений в соответствии с правилами, предусмотренными действующими Государственными Общесоюзными стандартами.

Буквенные и цифровые обозначения позиций на чертежах должны точно соответствовать таким же обозначениям в тексте статьи или в подрисуночных подписях.

Чертежи не должны быть загромождены излишними деталями, ненужными для уяснения текста и затрудняющими уменьшение изображения при изготовлении клише. Пояснительные надписи на чертежах, как правило, не допускаются и должны быть заменены буквенными или цифровыми обозначениями с соответствующими ссылками в тексте или в подрисуночных подписях.

Фотокопии чертежей должны иметь четкие, ясные изображения на светлом фоне, с легко читаемыми надписями и обозначениями. Ненужные надписи и обозначения на фотокопиях должны аккуратно зачеркиваться мягким черным карандашом; таким же карандашом должны наноситься дополнительные обозначения. Пользоваться твердыми черными карандашами, повреждающими поверхность изображения, цветными карандашами, чернилами и тушью не разрешается.

На обороте каждого чертежа мягким черным карандашом пишется порядковый номер, фамилия и инициалы автора и название статьи. В некоторых случаях (например, на чертежах, не имеющих буквенных или цифровых обозначений) необходимо указать «низ» или «верх» для правильного расположения иллюстраций в тексте.