

П-81

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
И ТЕХНИКИ



1 9 6 1

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

# ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

*Выпуск*

11

1961

П-37863

Писать разборчиво

Шифр

П-81

Автор

Название

и

А. Ф. ПЛАТЭ

**Н. Д. ЗЕЛИНСКИЙ  
И ЕГО ВКЛАД В ХИМИЮ УГЛЕВОДОРОДОВ**

(К 100-летию со дня рождения)

6 февраля 1961 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося деятеля химической науки, Героя Социалистического Труда академика Николая Дмитриевича Зелинского. Его неутомимая научная, педагогическая и общественная деятельность продолжалась более двух третей века и вся его яркая жизнь является блестящим образцом служения Родине и народу. Будучи исключительно разносторонним ученым, Н. Д. Зелинский относительно каждой из рассмотренных им проблем сумел сказать новое слово, и в ряде случаев результаты его трудов наметили пути развития целых разделов химии. Органический катализ и вопросы происхождения нефти, химия углеводородов и химия белка, создание универсального противогАЗа, спасшего в первую мировую войну десятки тысяч жизней, работы по исследованию синтетического каучука и химических процессов при сверхвысоких давлениях, разработка оригинального метода производства авиационного бензина в тяжелые годы гражданской войны и блокады — вот далеко не полный перечень тех областей научного исследования, в которых успешно работал Н. Д. Зелинский.

Сейчас, когда весь советский народ с большим воодушевлением превращает в жизнь грандиозные задачи по развитию народного хозяйства, особенно ясно видно, насколько своевременны и важны были мероприятия, разработанные майским (1958 г.) Пленумом ЦК КПСС об ускорении развития химической промышленности. Важнейшим направлением в развитии химической промышленности в настоящее время является более широкое использование углеводородного сырья (природного газа и нефти) для производства не только высококачественных моторных и реактивных топлив, но и высокополимерных материалов — синтетических каучуков, синтетического волокна, пластических масс, а также растворителей, моющих средств, ядохимикатов для борьбы с вредителями сельского хозяйства и других нужных для народного хозяйства материалов.

Для успешного использования углеводородного сырья необходимо знать химический состав нефти и уметь превращать одни углеводородные структуры в другие. Реакции взаимных превращений углеводородов различных классов, как правило, каталитические. Поэтому при решении задач, стоящих перед химической наукой и химической технологией, советские исследователи обращаются к трудам Н. Д. Зелинского, которого по праву называют основоположником учения о гетерогенном катализе. Этот замечательный ученый открыл и разработал важнейшие взаимные

п 37863  
Центральная научная  
библиотека  
Академии наук Киргизской ССР

переходы между углеводородами различных классов, внес существенный вклад в изучение индивидуального углеводородного состава нефтей и считал одной из важнейших задач получение из углеводородного сырья ценных химических продуктов.

Н. Д. Зелинский родился в Тирасполе бывшей Херсонской губернии (ныне Молдавская ССР) 6 февраля 1861 г. В настоящее время в Тирасполе на здании, где он родился, и на здании бывшего уездного училища, которое он окончил, установлены мемориальные доски.

После окончания в 1880 г. Ришельевской гимназии в Одессе он поступил на естественно-историческое отделение физико-математического факультета Новороссийского университета. В 1884 г. по окончании университета Н. Д. Зелинский был направлен за границу, где продолжал специализироваться по органической химии у крупных химиков-органиков того времени И. Вислиценуса в Лейпциге и В. Мейера в Геттингене. По возвращении в Одессу будущий ученый начал преподавательскую и научную деятельность в Новороссийском университете. В 1889 г. он защитил магистерскую, а в 1891 г. — докторскую диссертацию.

В 1893 г. Н. Д. Зелинский был приглашен в качестве профессора в Московский университет, в котором он проработал 60 лет до своей кончины в 1953 г.

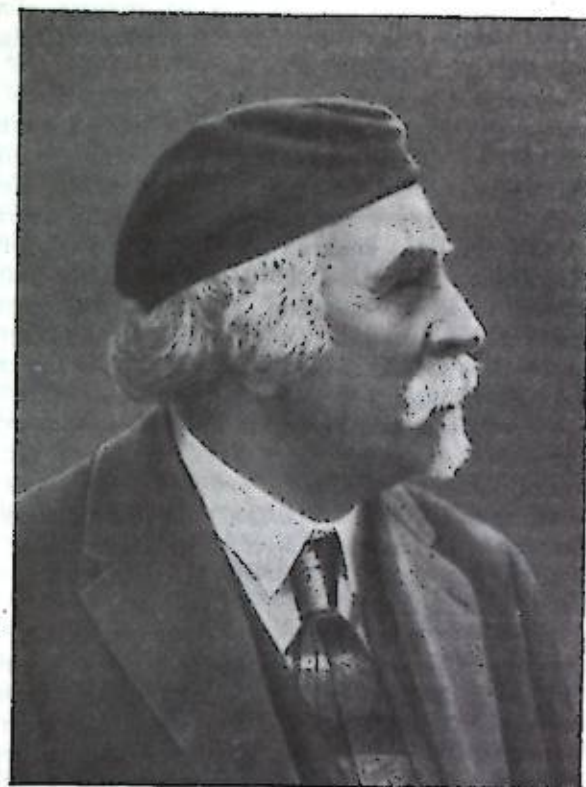
В 1926 г. Н. Д. Зелинский избран членом-корреспондентом Академии наук, а в 1929 г. — академиком. Его активная работа в Академии наук в основном началась с 1932 г., после перевода Академии наук из Ленинграда в Москву и организации Института органической химии, которому в 1953 г. присвоено имя Н. Д. Зелинского.

В Московском университете молодой ученый создал большую научную школу. Уже с первых лет научной деятельности, еще в Одессе, Н. Д. Зелинский умел привлекать к своим исследованиям талантливую молодежь. Это объясняется тем, что Николай Дмитриевич обладал большим личным обаянием, выдающимся талантом исследователя, пытливым умом, исключительно широким научным кругозором и не изменившим ему до конца дней острым чувством нового. Он был всегда новатором в науке и непоколебимо верил в ее могущество и значение для нашей родины. В своих исследованиях Н. Д. Зелинский неизменно учитывал запросы народного хозяйства и умел тесно связывать теоретические исследования с изучением природных ресурсов, с требованиями промышленности, с укреплением обороноспособности страны.

Николай Дмитриевич был одним из самых популярных ученых Советского Союза; его знали и любили люди самых различных профессий и различного возраста. Нередко к нему обращались с различными просьбами участники школьных химических кружков и детских технических станций, направляли письма с просьбой дать совет, помочь осуществить задуманное изобретатели и рационализаторы.

Небольшая лаборатория органической химии в Московском университете постепенно разрасталась; для удовлетворения насущных потребностей народного хозяйства ставились специальные работы под руководством Н. Д. Зелинского, организовывались новые лаборатории. Так, была создана лаборатория химии нефти, из которой впоследствии выросла кафедра химии нефти; была создана лаборатория синтетического каучука, в которой проводились исследования, способствовавшие созданию новой отрасли промышленности; была также создана лаборатория органического катализа, преобразованная затем в кафедру органического катализа. В настоящее время несколько лабораторий и кафедр органического цикла химического факультета МГУ успешно развивают научное наследие Н. Д. Зелинского.

В научных учреждениях Академии наук СССР (Институте органиче-



Н. Д. Зелинский

ской химии им. Н. Д. Зелинского, Институте элементоорганических соединений, Институте нефтехимического синтеза) многочисленны ученики Н. Д. Зелинского и ученики его учеников плодотворно развивают научные направления, из которых многие были основаны этим замечательным ученым. Сюда следует отнести органический катализ, химию углеводородов, химию белка, исследования химических реакций при сверхвысоких давлениях.

Научная школа Н. Д. Зелинского — одна из самых многочисленных, и, конечно, трудно перечислить даже наиболее выдающихся ее представителей. Среди его учеников есть академики, члены-корреспонденты Академии наук СССР, профессора и доктора наук, а также сотни квалифицированных химиков.

Помимо большой и плодотворной научной и педагогической деятельности, Н. Д. Зелинский принимал самое активное участие в общественной жизни. Он был неизменным активным участником, а часто и руководителем научных съездов и совещаний, в 90-х годах прошлого столетия — организатором и первым руководителем кафедры органической химии на Московских женских курсах, в 900-х годах отдал много сил организации Центральной лаборатории Министерства финансов, на базе которой впоследствии был создан Институт чистых реактивов. В 20—30-е годы он был членом, а затем заместителем председателя Комитета по химизации при Госплане; он был одним из организаторов Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, членом Президиума этого общества и в течение длительного времени председателем его отделения в Москве. С 1932 г. он был вице-президентом, а с 1935 г. — президентом Московского общества испытателей природы — старейшего русского общества натуралистов.

Хотя Николай Дмитриевич работал в различных областях химии, наибольший вклад, бесспорно, он сделал в химию углеводородов. Здесь заслуги его исключительно велики.

Среди многочисленных исследований Н. Д. Зелинского в области химии углеводородов одно из первых мест по научной и практической значимости и по богатству экспериментального материала занимают работы по дегидрогенизации циклогексановых углеводородов. Еще в 1911 г. учёный показал, что в присутствии платинового катализатора (а также в присутствии палладия и специально приготовленного никелевого катализатора) при температуре около 300° практически нацело протекает превращение циклогексана в бензол, а гомологов циклогексана — в гомологи бензола. Эта реакция имеет избирательный характер и при дегидрогенизации нефтяных фракций затрагиваются преимущественно шестичленные циклы. Реакция избирательной дегидрогенизации в течение десятилетий детально исследована Н. Д. Зелинским при участии многих его учеников. Она нашла широкое применение как при детальном исследовании индивидуального химического состава бензиновых и частично керосиновых фракций, так и для промышленного получения из нефтяных фракций ароматических углеводородов, которые повышают качество моторных топлив и могут явиться ценным сырьем для химической промышленности.

В настоящее время одним из наиболее прогрессивных методов переработки нефтяных фракций является процесс платформинга, протекающий в присутствии катализаторов, содержащих малое количество платины, под небольшим давлением водорода. Теоретические основы этого процесса также заложены работами Н. Д. Зелинского и его школы.

К дегидрогенизационному катализу примыкает другая реакция, открытая и разработанная Н. Д. Зелинским, — необратимый катализ циклогексана с одновременным образованием циклогексана и бензола. В присутствии металлических катализаторов одна молекула циклогексана отдает водород, дегидрируется, а две других — принимают водород — гидрируются. Таким образом, это реакция перераспределения водорода отличается от большинства каталитических реакций тем, что неизвестны такие условия, при которых в результате взаимодействия циклогексана и бензола можно было бы обратно получить циклогексен. Следовательно, эта реакция необратима. Она является общей для всех непредельных углеводородов с шестичленным циклом, независимо от того, находится ли кратная связь в цикле или в боковой цепи. Как показало детальное изучение многих процессов переработки нефти, реакции перераспределения водорода имеют большое значение при разнообразных каталитических превращениях, в которых в качестве исходных или промежуточных продуктов участвуют непредельные углеводороды.

Еще один легко осуществляемый переход, связывающий две другие группы углеводородов — циклопентановые и парафиновые, — также найден Н. Д. Зелинским с сотрудниками, которые показали, что в присутствии платинового катализатора и водорода при температуре около 310° циклопентан и его гомологи претерпевают расщепление пятичленного кольца с образованием парафиновых углеводородов. Эта реакция в дальнейшем детально изучена учеником и соавтором Н. Д. Зелинского по этой работе академиком Б. А. Казанским с сотрудниками. За последние годы Б. А. Казанский показал, что эта реакция может протекать и в обратном направлении: парафиновые углеводороды, особенно имеющие разветвленную структуру, в присутствии платинового катализатора в результате замыкания пятичленного кольца превращаются в гомологи циклопентана.

В лаборатории Н. Д. Зелинского открыта также реакция дегидроциклизации парафиновых углеводородов с образованием ароматических

углеводородов в присутствии платинового катализатора. Это — пример осуществления еще одного весьма интересного перехода от одной группы углеводородов к другой.

В совместной работе с Н. И. Шуйкиным Н. Д. Зелинский показал, что в присутствии никеля на окиси алюминия при температуре несколько более высокой, чем оптимальная температура для дегидрогенизационного катализа, а именно при 350°, циклогексан не только дегидрируется до бензола, но и образует некоторое количество метильных гомологов исходного циклогексана и образующегося бензола. Было высказано предположение, что эти углеводороды получаются в результате алкилирования бензола и циклогексана свободными метиленовыми радикалами, образующимися в результате дегградации циклогексана. Наличие при гетерогенно-каталитических реакциях метиленовых радикалов экспериментально доказано Н. Д. Зелинским и Я. Т. Эйдузом при изучении механизма синтеза углеводородов из окиси углерода и водорода. При этом процессе, как известно, образуется смесь парафиновых и олефиновых углеводородов. Авторы показали, что при дополнительном введении в зону реакции бензола последний метилируется метиленовыми радикалами с образованием толуола. Это открытие явилось ключом к выяснению последовательных стадий реакции синтеза углеводородов из окиси углерода и водорода. Можно было полагать, что из двух метиленовых радикалов образуется этилен, после присоединения к которому еще одного метиленового радикала образуется пропилен и т. д. Из такого предположения следовало сделать вывод, что реакция протекает ступенчато с промежуточным образованием олефинов. При этом следовало ожидать, что если к исходной газовой смеси (к окиси углерода и водороду) прибавить простейшие олефины (этилен, пропилен, бутен и т. д.), то последние должны легко включаться в реакцию. Таким образом, была предсказана, а затем и открыта новая реакция — гидроконденсация окиси углерода с олефинами. Почти одновременно была открыта и подробно исследована еще одна реакция — гидрополимеризация олефинов в присутствии малых количеств окиси углерода. Исследование этих реакций привело к новым представлениям о ценном механизме некоторых процессов, протекающих в присутствии гетерогенных катализаторов; эти представления в настоящее время успешно развиваются.

Как известно, в процессах нефтепереработки большую роль играют реакции изомеризации углеводородов, которые также исследовал Н. Д. Зелинский. Наиболее интересные результаты в этой области он получил по взаимным превращениям пяти- и шестичленных циклических углеводородов. Н. Д. Зелинский впервые показал, что хлористый и бромистый алюминий являются катализаторами этой реакции, которая обратима, так что в зависимости от температуры образуются смеси пяти- и шестичленных углеводородов различного состава, причем изменяя условия реакции, можно направлять реакцию в ту или иную сторону. Исследования Н. Д. Зелинского широко развиты его учениками, особенно М. В. Туровой-Поляк, которая, наряду с изучением моноциклических углеводородов с различной величиной цикла, исследовала также превращения многочисленных бициклических структур. Интересно отметить, что ряд неконденсированных дициклических углеводородов типа дициклопентила и дициклопентилметана в присутствии хлористого алюминия необратимо превращается в бициклические углеводороды с конденсированными кольцами типа декалина. Вероятно, в условиях образования нефти в присутствии различных пород, в том числе глины, протекает изомеризация такого же типа, так как декалин и его гомологи найдены почти во всех исследованных нефтях, а углеводороды типа дициклопентила и дициклопентилметана до настоящего времени в нефтях не обнаружены.

В процессах нефтепереработки в настоящее время, как известно, большинство гетерогенных катализаторов в течение работы быстро отравляются и регенерируются пропусканьем над ними воздуха при высокой температуре. В связи с этим следует вспомнить, что именно Н. Д. Зелинский выявил, что причиной отравления гетерогенных катализаторов нередко является отложение углеродистой пленки на поверхности катализатора, причем ученый указал способ борьбы с отравлением катализатора путем выжигания этой пленки, что было широко применено впоследствии.

Еще во время первой мировой войны Н. Д. Зелинский предложил применять в качестве катализаторов при крекинге керосина природные алюмосиликаты. Эти работы, а также его исследования по каталитическому крекингу тяжелых фракций в присутствии хлористого алюминия, которые во время гражданской войны послужили основой промышленного получения авиационного бензина, дают право считать Н. Д. Зелинского одним из пионеров каталитического крекинга — этого важнейшего в наше время процесса нефтепереработки.

Н. Д. Зелинский проявлял большой интерес к изучению химического состава нефти. Еще в конце прошлого века он провел синтез нескольких десятков индивидуальных пяти- и шестичленных циклических углеводородов для сравнения их свойств со свойствами выделенных из нефти узких нефтяных фракций. В свое время эти работы оказали решающее влияние на выяснение химической природы углеводородов, входящих в состав бензиновых фракций.

Значительным шагом вперед в исследовании химического состава бензинов явились работы Н. Д. Зелинского по применению открытого им метода дегидрогенизационного катализа к исследованию бензиновых и керосиновых фракций. Только применение этого метода позволило качественно и количественно установить содержание в нефтяных фракциях пяти- и шестичленных цикланов и выявить потенциальные ресурсы циклогексана и его гомологов, которые по этому же методу можно превратить в ароматические углеводороды.

Перед второй мировой войной и сразу же после ее окончания вновь остро встал вопрос о детальном изучении состава нефтяных фракций, причем этот вопрос требовал более точного разрешения, чем это делалось раньше. Стоящая перед исследователями задача — разработка количественного метода определения индивидуального состава бензинов — была четко сформулирована Н. Д. Зелинским совместно с известным физиком — академиком Г. С. Ландсбергом в работе, опубликованной в 1941 г. В развитии этого исследования коллектив химиков под руководством академика В. А. Казанского и коллектив физиков под руководством академика Г. С. Ландсберга провели синтез многих десятков эталонных углеводородов различных групп, разработали методы разделения смесей углеводородов, изучили спектры комбинационного рассеяния синтезированных индивидуальных углеводородов и разработали методы количественного анализа смесей на основе этих спектров. Результатом этой многолетней работы явился так называемый комбинированный метод исследования индивидуального углеводородного состава бензинов прямой гонки, одной из неотъемлемых составных частей которого является дегидрогенизационный катализ Н. Д. Зелинского. По этому методу в сравнительно короткие сроки можно установить на 80—85% состав бензинов прямой гонки с концом кипения 150°. Метод широко использован во многих лабораториях и при его помощи установлен состав бензиновых фракций, полученных из десятков нефтей отечественных месторождений.

Н. Д. Зелинский разработал методы синтеза и впервые получил многие углеводороды как с малыми (трех- и четырехчленными), так и с большими циклами (с 9; 20 и 40 атомами углерода в кольце). Эти работы по-

сили новаторский характер: лишь в наше время соединения с циклопропановым и циклобутановым кольцами, а также макроциклы являются предметом детального исследования; многие представители этих классов соединений получили важное практическое применение. Работы по изысканию новых путей синтеза различных углеводородных структур успешно развивают многие ученики Н. Д. Зелинского; особые успехи в этой области достигнуты Р. Я. Левинной.

Н. Д. Зелинский и его ученики разработали также новые методы получения углеводородов сложной и своеобразной структуры, отличных от углеводородов, содержащихся в нефти. К таким углеводородам относятся спиранные, в молекулах которых имеется по два цикла, причем для обоих циклов общим является один и тот же атом углерода, углеводороды «мостиковой» структуры, близкие по своему строению некоторым природным терпенам. Многие из полученных и изученных Н. Д. Зелинским структур казались в свое время весьма редко встречающимися и некоторые ученые считали, что работа с ними носит лишь отвлекающий характер. Сейчас углеводороды такой сложной структуры находят все более широкое применение. Так, «мостиковую» структуру имеют некоторые ядохимикаты для борьбы с вредителями сельского хозяйства, из такого рода углеводородов могут быть получены термостойкие полимеры; широкое применение получают и соединения, в частности углеводороды, с малыми циклами.

Синтез циклических углеводородов сложной структуры Н. Д. Зелинский обычно сочетал с изучением их каталитических превращений, что привело его к открытию ряда закономерностей, к более глубокому пониманию механизма гетерогенного катализа.

Развивая свои взгляды на природу гетерогенного катализа, Николай Дмитриевич полагал, что важнейшей стадией процесса является деформация реагирующей молекулы катализатором. Если деформация значительна, то она становится уже необратимой, что приводит к изменению углеродного скелета молекулы. Н. Д. Зелинский всегда подчеркивал связь между строением органической молекулы и направлением процесса в присутствии гетерогенного катализатора; он тесно связывал свои взгляды на природу катализа с классической теорией химического строения. Развивая эти взгляды, ученик Н. Д. Зелинского академик А. А. Баландин выдвинул в 1929 г. мультиплетную теорию катализа. Эта теория успешно развивается и дает возможность в настоящее время наметить конкретные пути научного подбора катализаторов на основе принципов структурного и энергетического соответствия.

Естественно, что занимаясь синтезом и каталитическими превращениями углеводородов, Н. Д. Зелинский не мог пройти мимо вопросов генезиса нефти. Он был сторонником теории органического происхождения нефти и поставил в лабораторных условиях многочисленные опыты по получению искусственной нефти из таких природных продуктов, как холестерин, высшие жирные кислоты, пчелиный воск, бетулин, абietиновая кислота, природный каучук и др. Эти опыты ставились в присутствии хлористого алюминия, взятого в количестве катализатора, причем было показано, что природа образующихся нефтеподобных продуктов зависит от природы исходного материнского вещества. Развивая эти работы, А. В. Фрост в Московском университете изучал влияние алюмосиликатов на ряд органических соединений и также получал смеси углеводородов, похожие на природные нефтепродукты. Этот комплекс исследований Н. Д. Зелинского явился новым блестящим подтверждением теории органического происхождения нефти.

Из приведенного краткого обзора видно, что почти все направления, имеющие отношение к химии углеводородов, были в той или иной степени

затронуты Н. Д. Зелинским. Полученные им результаты, сделанные выводы и сейчас имеют первостепенное значение для развития важной для народного хозяйства области переработки нефти и нефтехимического синтеза.

В обзоре рассмотрены лишь те области химии углеводородов и органического катализа, в которых вклад Н. Д. Зелинского особенно значителен. Мы не коснулись его исследований по дегидрогенизации парафиновых углеводородов с целью получения олефинов и диолефинов — сырья для синтетического каучука, его исследования по полимеризации ацетиленов в бензол, работ по прямому превращению углеводородов нефти в хлорпроизводные, спирты, кетоны, органические кислоты.

Н. Д. Зелинский оставил богатейшее научное наследие. Но еще ценнее пример жизни ученого, который остро реагировал на все явления современности, был горячим патриотом, строителем коммунистического общества, дожившим до преклонных лет с юной душой.

Г. В. БЫКОВ

### ВОЗНИКНОВЕНИЕ ПОНЯТИЯ О КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ В ХИМИИ

Понятие о ковалентной (гомеополярной) междуатомной связи, т. е. связи, образованной парой электронов, одновременно принадлежащих двум атомам, находится в основе современных электронных теорий строения молекул. Очевидно, что это понятие — одно из основных в теоретической химии.

Насколько известно автору, исследований, посвященных возникновению и становлению в химии понятия о ковалентной связи, нет, а встречающиеся в специальной литературе краткие исторические справки далеко не точны. Так, в монографии Полинга «Природа химической связи» утверждается<sup>1</sup>, что понятие о ковалентной связи введено Льюисом в 1916 г. и развито Лэнгмюром. Такой же точки зрения придерживается К. К. Ингольд<sup>2</sup>, Ремис<sup>3</sup>, Хюккель<sup>4</sup> и многие другие зарубежные авторы. Такую же точку зрения можно встретить у Я. К. Сыркина и М. Е. Дяткиной<sup>5</sup>, В. Н. Кондратьева<sup>6</sup>, В. В. Разумовского<sup>7</sup> и у некоторых других советских химиков. В единодушном признании Льюису первого высказывания понятия о ковалентной связи содержится серьезная историческая неточность. Далее мы назовем несколько предшественников Льюиса, которые до него выступили в печати с очень четким представлением об образовании междуатомной связи парой электронов, принадлежащих обоим атомам.

Ссылки на некоторых предшественников Льюиса имеются, например, в монографии В. В. Тронова<sup>8</sup>. В. В. Разумовский в упомянутой работе справедливо замечает, что к идее ковалентной связи близко подошел П. А. Морозов, но при этом указывает неправильную дату — 80-е годы прошлого столетия. В то же время совершенно неверно утверждение,

<sup>1</sup> L. Pauling. The Nature of the Chemical Bond and the Structure of Molecules and Crystals: An Introduction to Modern Structural Chemistry. 3-rd ed. Ithaca, New York, 1960, p. 5.

<sup>2</sup> К. К. Ингольд. Механизм и строение органических соединений. Перевод с англ. М., ИЛ, 1959, стр. 10.

<sup>3</sup> H. Remis. Lehrbuch der anorganischen Chemie. 9-te Aufl., Bd. I. Leipzig, 1957 S. 155.

<sup>4</sup> W. Hückel. Theoretische Grundlagen der organischen Chemie. 8-te Aufl., Bd. I. Leipzig, 1956, S. 26.

<sup>5</sup> Я. К. Сыркин и М. Е. Дяткина. Химическая связь и строение молекул. М.—Л., Госхимиздат, 1946, стр. 60.

<sup>6</sup> В. Н. Кондратьев. Структура атомов и молекул. Изд. 2. М., Физматгиз, 1959, стр. 296.

<sup>7</sup> В. В. Разумовский. Вопросы строения и реакционной способности органических соединений. — «Труды ЛЭИС», 1959 [1960], вып. VIII (45), стр. 254.

<sup>8</sup> В. В. Тронов. Теоретические основы органической химии. Томск, 1958.

имеющееся в новом издании руководства А. Е. Чичибабина, о том, что «идея А. М. Беркенгейма об одновременном участии электронов в электронных оболочках двух соседних атомов явилось основой так называемой октетной теории, или теории электронных пар, возникшей в результате работ Косселя, а затем Льюиса и Лангмюра»<sup>9</sup>. Достаточно заметить, что формулировка Беркенгейма<sup>10</sup> здесь явно модернизирована, что все многочисленные формулы Беркенгейма изображают ионные связи между атомами в органических соединениях, что его работа вышла на год позднее работ Косселя и Льюиса и что, наконец, между «октетной теорией» и «теорией электронных пар» следует проводить различие, на что указывал сам Льюис<sup>11</sup>.

Первоначально физики и химики приняли, что в химических соединениях существует электровалентная (гетерополярная) межатомная связь, образующаяся в результате перехода электрона (или электронов) от одного атома к другому и электростатического притяжения возникших таким образом ионов. Произошло так потому, что после экспериментального открытия электрона в 1897 г.<sup>12</sup> теория электролитической диссоциации натолкнула ученых на мысль об ионных связях в молекулах неорганических соединений. Именно такое их строение и было принято Аберггом, Бодлендером<sup>13</sup> и другими неорганиками. Даже в некоторых доэлектронных теоретических схемах органической химии, например в монографии Вант-Гоффа «Ansichten über die organische Chemie» (1878—1881), наблюдалась тенденция вернуться к электрохимическим представлениям Вердेलюса, что выражалось в объяснении сродства элементов друг к другу их электрической противоположностью<sup>14</sup>. Гипотезе об ионной связи недоставало в то время только физического обоснования. И такое обоснование, казалось, было дано самим фактом открытия электрона и первыми электронными моделями атома.

Наибольшее влияние на химиков произвели, конечно, обстоятельные и авторитетные, но в конечном итоге неверные работы Томсона, предложенного в 1904 г. свою модель строения атома<sup>15</sup>, а в 1907 г. — электростатическую модель химической связи не только в неорганических, но и в органических молекулах<sup>16</sup>. В течение последующего десятилетия было много попыток разработать, исходя из этих идей Томсона, обиходные теоретические схемы, позволившие бы с единой точки зрения объяснить строение и основные свойства химических соединений различных классов. Мы знаем теперь, что такие попытки не могли увенчаться успехом, потому что было ошибочным исходное положение, но, конечно, в 1907 г. и даже в более поздние годы еще никто не мог сделать такого вывода. Однако недостаточность, чтобы не сказать псевдоудовлетворительность, первых теорий строения атомов и молекул более или менее отчетливо ощущалась и заставляла физиков и химиков искать новые атомные модели и под

<sup>9</sup> А. Е. Чичибабин. Основы начала органической химии, т. 1, М., Госхимиздат, 1954, стр. 101.

<sup>10</sup> А. М. Беркенгейм. Основы электронной химии органических соединений. Курс лекций, читанных слушателям Московских высших женских курсов в 1916 г., М., 1917, стр. 5.

<sup>11</sup> G. N. Lewis. Valence and the Structure of Atoms and Molecules. New York, 1923, p. 97.

<sup>12</sup> Главным образом Вихертом и Томсоном. На историю открытия электрона у физиков и химиков также нет еще общепринятого и обоснованного взгляда. Хронике открытия электрона автор предполагает посвятить отдельную работу.

<sup>13</sup> R. A. Begg, G. Bodländer. «Z. anorg. Chem.», 1899, Bd. 20, S. 453; R. A. Begg. «Z. anorg. Chem.», 1904, Bd. 39, S. 330.

<sup>14</sup> См. F. Henrich. Theorien der organischen Chemie. 5-te Aufl. Braunschweig, 1924, S. 72.

<sup>15</sup> J. J. Thomson. «Phil. Mag.», ser. 6, 1904, vol. 7, p. 237—265.

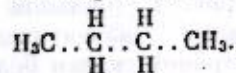
<sup>16</sup> J. J. Thomson. Electricity and Matter. Edinburgh & New York, 1907.

настоящим давлением фактов шаг за шагом приближаться к правильному представлению о химической связи. Проследим за этим процессом хронологически.

#### «ДУПЛИКАЦИЯ» АТОМОВ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА ПО Н. А. МОРОЗОВУ

В 1907 г. вышла монография Н. А. Морозова<sup>17</sup>, в которой автор изложил свои взгляды на строение атомов и природу химической связи. Согласно Морозову в состав элементарных атомов могут входить «атомы» положительного и отрицательного электричества — «катодий» и «анодий». Связи в неорганических соединениях и некоторые связи, например С — Н, в органических имеют «электролитический» характер и образуются за счет «катодийной» валентности одного атома и «анодийной» другого. Такие связи соответствуют электровалентным (гетерополярным) связям. Однако связи С — С в большинстве имеют, по Н. А. Морозову, иную природу — они образованы за счет металлических «катодийных» валентностей каждого из двух атомов. Как писал Н. А. Морозов, «соединение друг с другом пары однородных пунктов атомного сцепления... происходит путем дубликации их зарядов, как бы слившихся в один»<sup>18</sup>. Н. А. Морозов высказал при этом добавочное предположение, согласно которому отталкивание между однородными зарядами существует только на большом расстоянии, а если они сойдутся достаточно близко, то «тогда же перестанут отталкиваться и образуют общее поле»<sup>18</sup>. Эту же мысль впоследствии проводил и Льюис.

Н. А. Морозов применил систему обозначения связей, образованных в результате дубликации зарядов, также подобную льюисовской. Например, формула бутана у Н. А. Морозова имеет вид



Кратные связи он обозначал аналогичным образом:



Хотя Н. А. Морозов продолжал пропагандировать свои взгляды еще в течение нескольких лет, его современники, к сожалению, не обратили внимания на замечательную мысль в его работах о «дубликации» зарядов одинакового знака как причину образования типа связи, характерного для органических соединений<sup>19</sup>. К этой мысли Морозова привела невозможность применения понятия «электролитической» связи для объяснения образования углеродных цепей и некоторые другие соображения, на которых мы здесь не останавливаемся.

#### ВАЛЕНТНО-ЭЛЕКТРОННАЯ МОДЕЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ, ПРЕДЛОЖЕННАЯ ШТАРКОМ

Свою теорию химической связи и строения органических соединений Штарк опубликовал в ряде статей, первая из которых<sup>20</sup> появилась в 1908 г. Полностью теоретическая система Штарка изложена в моногра-

<sup>17</sup> Н. А. Морозов. Периодические системы строения вещества. Теория образования химических элементов. М., 1907.

<sup>18</sup> Там же, стр. 223.

<sup>19</sup> Можно думать на основании некоторых, впрочем, не очень определенных высказываний Н. А. Морозова в цитированной книге, что он начал разработку этих взглядов еще в 80-х годах XIX в. В действительности, как показал автор этой статьи в результате ознакомления с архивными материалами (Г. В. Биков. «Труды Ин-та истор. естеств. и техн. АН СССР», 1961, т. 35, стр. 293), начало работы Н. А. Морозова над электронной тематикой следует датировать 1904 г.

<sup>20</sup> J. Stark. «Phys. Z.», 1908, Bd. 9, S. 85—94; «Jahrb. d. Radioakt. u. Elektr.», 1908, Bd. 5, S. 124.



фии<sup>21</sup>, вышедшей в 1915 г. Согласно Штарку, в атоме имеются периферийные, валентные электроны (термин «валентные электроны» введен Штарком), об участии которых в образовании химических связей можно построить гипотезу, хорошо удовлетворяющую фактам, и внутренние электроны, о которых, как и обо всей, в целом положительно заряженной внутренней части атома, пока еще преждевременно делать какие-либо предположения.

Если в образовании химической связи участвуют два атома, обладающие каждый одним валентным электроном, то в равновесном положении

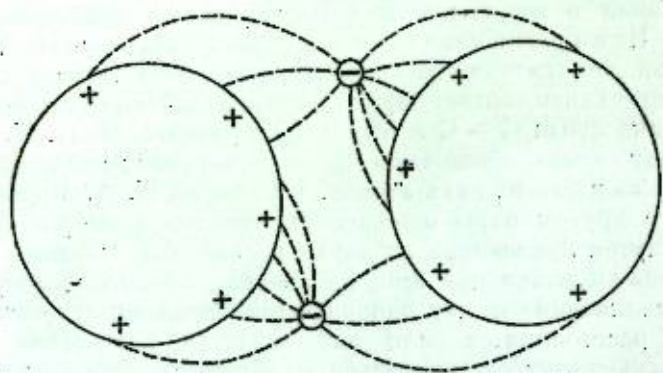


Рис. 1

силовые линии обоих электронов направляются к положительной поверхности не только «своего» атома (точнее — внутренней части атома), но и «чужого». Как видно из рис. 1 (большие кружки отвечают внутренним сферам атомов, а малые — валентным электронам) и из объяснений Штарка, один из электронов связан большим числом силовых линий с данным атомом и расположен ближе к нему. Это — «свой» электрон. Но такое распределение связей, вообще говоря, характерно для элементов, близких по своей электроотрицательности. Если же разница в электроотрицательностях велика, оба электрона могут быть расположены ближе к одному (более электроотрицательному) атому, что благоприятствует распаду молекул с подобными связями на противоположно заряженные ионы.

Аналогичный характер имеют, по Штарку, и кратные связи. В бензоле углерод-углеродная связь осуществляется тремя электронами, причем два расположены ближе к одному, а один — ближе к другому атому углерода. Поэтому ароматическую связь Штарк изображал символом



При помощи своей гипотезы о природе связей в органических соединениях Штарку удалось объяснить их основные химические и физические (в первую очередь оптические) свойства. Именно для этой цели Штарк и разработал свою «валентно-электронную гипотезу», которую в историческом аспекте он сам сближает со взглядами Берцелиуса.

#### ПОНЯТИЕ О ДВУХЭЛЕКТРОННОЙ СВЯЗИ У БОРА

В третьей статье из знаменитой серии 1913 г., положившей начало квантовой теории атома, Бор сделал попытку объяснить при помощи предложенной им модели атома и образование химических связей<sup>22</sup>. Согласно

<sup>21</sup> J. S t a r k. Prinzipien der Atomdynamik. III Th. Die Elektrizität im chemischen Atom. Leipzig, 1915.

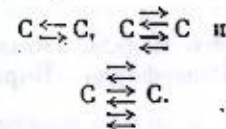
<sup>22</sup> N. B o h r. «Phil. Mag.», ser. 6, 1913, vol. 26, p. 857—875.

Бору, один из внешних электронов одного атома вместе с внешним электроном другого атома, вращаясь в одном и том же кольце вокруг линии, соединяющей ядра, удерживают последние на определенном расстоянии одно от другого. Бор иллюстрировал свою мысль на примере самых простых молекул, причем сделал шаг назад по сравнению со Штарком, допуская сходство в расположении кольца относительно атомных остовов (или ядер) как в молекуле  $H_2$ , так и в молекуле  $HCl$ , не учитывая, таким образом, влияния различия электроотрицательностей на положение электронов.

#### НОВОЕ В УЧЕНИИ О ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ У ТОМСОНА

В 1914 г. Томсон выступил с новым изложением своих взглядов на природу атомов, химическую связь и строение молекул<sup>23</sup>. Согласно Томсону, кроме ионных молекул (например,  $H_2O$ ,  $NH_3$  и т. п.) могут существовать и такие, в которых связи образованы без перехода «корпускулы» (электрона) от одного атома к другому. Таковы, например,  $H_2$ ,  $O_2$ ,  $N_2$ ,  $Cl_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $CS_2$ ,  $CCl_4$ ,  $C_6H_6$ ,  $CH_4$ ,  $N_2O$ . В этих молекулах силовые трубки корпускул начинаются у одного атома и заканчиваются у другого.

Для изображения силовых трубок и их направления Томсон применил стрелки. Таким образом, одинарную связь он обозначил как две параллельные стрелки, направленные своими концами в противоположные стороны. Связи  $C - C$  в этане, этилене и ацетилене имеют у Томсона следующий вид:



Томсон писал, что к мысли о существовании нового типа связей он пришел в результате исследования «лучей положительного электричества», т. е.  $\alpha$ -частиц. Эти исследования заставляют предположить, что молекулы многих газов не ионизованы и что, следовательно, «имеются соединения, в которых тенденция электроотрицательного атома приобрести корпускулу недостаточна, чтобы отобрать ее от атома электроположительного»<sup>24</sup>. Видимо, в какой-то мере на Томсона оказали влияние работы Штарка, потому что в теоретических схемах обоих физиков имеется несомненное сходство.

#### «МАГНЕТОННАЯ» МОДЕЛЬ СВЯЗИ ПО ПАРСОНУ

В 1915 г. Парсон опубликовал работу<sup>25</sup>, в которой выдвинул гипотезу о магнитном происхождении сил, связывающих атомы в таких молекулах, как  $H_2$ . В этом отношении Парсон был предшественником Рамзая, взгляды которого изложены далее. Правда, на работу Парсона Рамзай не делает ссылок, но ее подробно рассматривает и цитирует Льюис, и, несомненно, она оказала на него определенное влияние.

Парсон принимает, что электрон, кроме своего отрицательного заряда, обладает еще свойствами тока, движущегося по кругу, чей диаметр несколько меньше диаметра самого атома. Иными словами, магнетон

<sup>23</sup> J. J. T h o m s o n. «Phil. Mag.», ser. 6, 1914, vol. 27, p. 757—789.

<sup>24</sup> Там же, стр. 760. Любопытно, что еще в работе, в которой Томсон ввел представление об электрононных связях, он допускает образование связей в результате перекрытия («overlapping») положительных электронных сфер двух атомов.

<sup>25</sup> A. L. P a r s o n. «Smithsonian miscellaneous collections». Washington, 1915, vol. 65, № 11 (Publication 2371).

Парсона представляет собою единицу отрицательного заряда, равномерно распределенного в кольце, которое вращается вокруг оси, проходящей через центр атома. Такой заряд подобен магниту — отсюда и название *магнетон*. При этом Парсон не делает никаких дополнительных предположений ни о строении самого магнетона, ни о внутреннем строении атомного остова.

Химическая связь между электрически нейтральными атомами образуется вследствие взаимного притяжения их магнетонов. Например, Парсон изображает атом и молекулу водорода следующим образом (рис. 2):

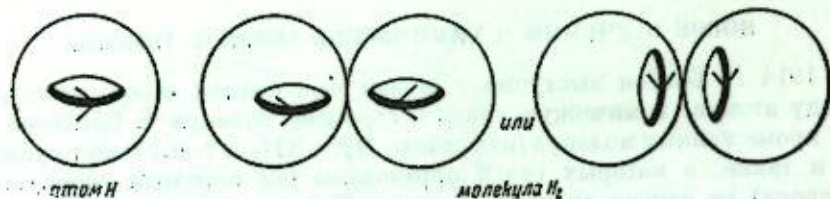


Рис. 2

При образовании химической связи магнетоны, как видно из схемы, сближаются друг с другом. Вследствие этого каждый магнетон участвует, как правило, только в одной связи, и следовательно, связь образуется за счет пары магнетонов. Такой характер имеют также связи водорода с углеродом. Связь водорода с хлором, по Парсону, обладает электростатическим характером.

Парсон утверждает, что его модель атома и химической связи имеет преимущества перед моделью Резерфорда—Бора, в частности в объяснении химических свойств молекул.

#### МОДЕЛЬ ХИМИЧЕСКОЙ СВЯЗИ РАМЗАЯ

Модель, предложенная Рамзаем, носит подчеркнуто иллюстративный характер, но вследствие высокого научного авторитета автора ссылки на эту работу делались довольно часто.

Подобно Штарку, Рамзай<sup>26</sup> не рассматривает внутреннюю часть атома, принимая ее подобной сфере, вокруг которой вращается валентный электрон. Быстрое круговое движение электрона подобно движению тока в витке проволоки. Так как при движении тока в одном направлении по двум кружкам проволоки последние последние притягиваются, Рамзай предположил, что такую же природу имеет и сила, соединяющая два атома в молекулах. Мы не останавливаемся на дополнительных предположениях Рамзая, еще более гипотетичных, чем основное; отметим только, что его модель в отличие от модели Бора, на которую она похожа своим «динамическим» характером, позволяет показать существование различия между связями в молекулах  $H_2$  и  $HCl$ .

#### ПОНЯТИЕ О ГОМЕОПОЛЯРНОЙ СВЯЗИ В ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ КОССЕЛЯ<sup>27</sup>

Обычно принимают, что Коссель говорил только об ионной связи и что в этом отношении его точка зрения коренным образом отличается от взглядов Льюиса. В действительности это не так. Хотя Коссель стремился дать такую модель элементарных атомов и химических связей, которая соответствовала бы общепринятому эмпирическому материалу, обобщенному

<sup>26</sup> W. Ramsay. «Proc. Roy. Soc.», ser. A, 1916, vol. 92, p. 451—462.

<sup>27</sup> W. Kossel. «Ann. Phys.», 4-te Folge, 1916, Bd. 49, S. 229—362.

в периодической системе, заметно, что он все же находился под влиянием идей Штарка и Бора.

Коссель считал, что производные углерода и кремния стоят особняком в общей массе веществ, поэтому в своей работе он их не рассматривает, упоминая, между прочим, что органические соединения успешно объяснены в системе Штарка.

Коссель высказал очень важную мысль о постепенности перехода от ярко выраженных полярных соединений (например,  $HCl$ ) к типично неполярным (например,  $H_2$ ). Он объяснял возможность такого перехода при помощи модели Бора с кольцом вращающихся электронов, осуществляющих связь. Коссель, однако, видоизменил эту модель, допуская, что число электронов в кольце равно, как правило, не двум, а восьми или даже больше. При этом каждый атом представляет в кольцо все свои внешние электроны. Таким образом, для молекулы  $H_2$  Коссель оставляет «очень удачную симметричную модель Бора». В молекуле  $HCl$  кольцо электронов, связывающее оба атома, образовано семью электронами хлора и одним электроном водорода. Из электростатических соображений следует, что в равновесном положении кольцо находится между остовом хлора, имеющим заряд  $+7$ , и ядром водорода с зарядом  $+1$ , но вблизи атома хлора. По подсчетам Косселя, оно удалено от последнего менее чем на одну сотую всего межядерного расстояния. В молекуле  $CaO$  электронное кольцо сдвинуто к атому кислорода, но находится от него приблизительно на  $1/30$  общего расстояния между атомами. Затруднение для Косселя представляют, однако, такие простые симметричные молекулы, как  $N_2$ ,  $O_2$  и  $Cl_2$ , в которых надо принять, что связующие кольца обладают соответственно 10, 12 и 14 электронами.

#### ПОНЯТИЕ О КОВАЛЕНТНОЙ СВЯЗИ У ЛЬЮИСА И ЛЭНГМЮРА

Оба автора отстаивали статическую модель элементарного атома, согласно которой электроны в равновесном состоянии занимают положение в углах куба. К этой модели, по словам Льюиса<sup>28</sup>, он пришел в 1902 г., когда еще, очевидно, полностью разделял мнение о существовании в химических соединениях одних ионных связей. Но этой же моделью атома он воспользовался и в 1916 г. для объяснения различия между полярными и неполярными связями. Промежуточным этапом была статья 1913 г., в которой Льюис впервые обратился к вопросу о различии между этими двумя типами связей<sup>29</sup>, однако он не предложил тогда какой-либо конкретной модели.

В трактатку природы химической связи Льюис внес в 1916 г. новое своим постулатом: «...две атомные оболочки взаимно проникаемы»<sup>30</sup>. Таким образом, допускается частичное объединение электронных оболочек двух атомов с образованием ковалентной связи. Два типа связей в молекулах Льюис поясняет при помощи своих кубических моделей следующим образом (рис. 3).

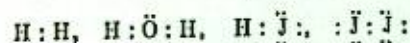
Гомеополлярная связь, согласно Льюису, может быть частично полярной, потому что связевые электроны в зависимости от природы элементарных атомов, могут в большей или меньшей степени приближаться к одному из них. Предельный сдвиг электронов наблюдается в гетерополярной связи.

<sup>28</sup> G. N. Lewis. Valence and the Structure of Atoms and Molecules. New York, 1923, p. 29.

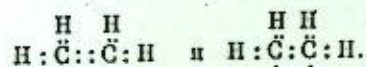
<sup>29</sup> G. N. Lewis. «J. Am. Chem. Soc.», 1913, vol. 35, p. 1448—1455.

<sup>30</sup> G. N. Lewis. «J. Am. Chem. Soc.», 1916, vol. 38, p. 762—785; цит. стр. 768.

Повторяя Н. А. Морозова, Льюис вводит символическое изображение электронов при помощи точек, например:



Льюис допускает возможность существования этилена в двух следующих формах:



Тройную связь нельзя пояснить при помощи кубических моделей (поэтому Льюис предлагает для атома углерода дополнительно к кубической

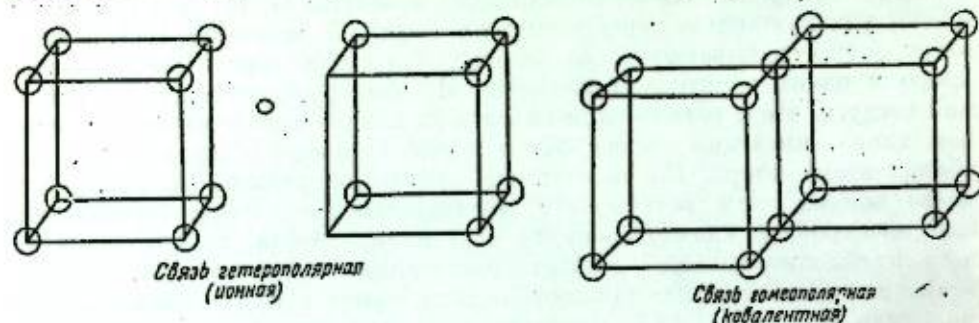


Рис. 3

еще тетраэдрическую электронную модель), но ее можно изобразить «точечным» способом. Так, например, обычной форме ацетилена у Льюиса отвечает формула



Сам Льюис в течение нескольких лет не возвращался к теме, которой посвящена его статья 1916 г. и его взгляды развивал далее Лэнгмюр, введший в науку ряд собственных терминов, в частности самый термин «ковалентность». Этот термин, получивший затем широкое распространение, означал у Лэнгмюра число пар электронов, которыми данный атом владеет совместно со своими соседями<sup>31</sup>.

К этой теме Льюис возвращается только в 1923 г. в упомянутой монографии «Валентность и строение атомов и молекул». Здесь уже чувствуется отступление от статической модели атома. Льюис пользуется понятием об электронных орбитах, о возникающих вследствие вращения электронов магнитных моментах, о стремлении электронных магнитов стягиваться один с другим, что ведет к образованию химической связи. Но даже не настаивая на справедливости этой гипотезы, он считает, что далеко идущие выводы о валентности атомов и о строении и свойствах молекул можно сделать, опираясь на «простое предположение, согласно которому химическая связь во всех случаях и во всех молекулах представляет собою просто пару электронов, удерживаемую совместно двумя атомами»<sup>32</sup>. Свои взгляды Льюис сам называет «парной теорией химической связи»<sup>33</sup>.

<sup>31</sup> I. Langmuir. «J. Am. Chem. Soc.», 1919, vol. 41, p. 861—934.

<sup>32</sup> G. N. Lewis. Valence and the Structure of Atoms and Molecules..., p. 78.

<sup>33</sup> Там же, стр. 86.

Эта теория послужила основой для возникновения вскоре учения об электронных смещениях (зачатки которого, впрочем, имеются еще у Льюиса) и получила обоснование в работах по квантовой механике, вскрывшей причину энергетической выгоды ковалентного спаривания электронов. Как правило, говоря об истории вопроса, многие авторы в качестве исходной точки берут монографию Льюиса 1923 г., делая ссылки и на предшествовавшие ей статьи Льюиса и Лэнгмюра. Вследствие этого стали забываться имена тех, кто до Льюиса или одновременно с ним вводили понятие о ковалентной, или гомеополарной, связи. Поэтому в настоящей статье мы поставили перед собой задачу восстановить действительную картину возникновения и становления в теоретической химии этого, одного из важнейших ее понятий.

А. С. ЧЕБОТАРЕВ

### ИЗ ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ СПОСОБА НАИМЕНЬШИХ КВАДРАТОВ

Способ наименьших квадратов можно применять в разнообразных случаях, когда число неизвестных меньше числа имеющихся значений результатов наблюдений или измерений.

Этот способ возник на рубеже XVIII и XIX столетий в силу необходимости более тщательной обработки результатов астрономических и геодезических измерений.

Преимущества способа наименьших квадратов впервые выявились при определении шести элементов орбиты малой планеты (названной впоследствии Церерой), обнаруженной 1 января 1801 г. астрономом Пиацци. Пиацци наблюдал это новое небесное светило всего в течение шести недель, после чего оно скрылось в лучах Солнца. Перед учеными возникла необходимость дать по такому небольшому числу наблюдений эфемериды новой планеты, достаточно точные, чтобы ее можно было вновь найти на небе.

24-летний К. Ф. Гаусс с успехом выполнил эту задачу, но не сообщал о способе своего решения. Между тем этот вопрос заинтересовал широкий круг ученых. Занимался им и выдающийся французский математик А. Лежандр. В 1806 г. появилась его книга, посвященная определению орбит комет<sup>1</sup>. В этой книге Лежандр описал на восьми страницах предложенный им математический способ нахождения элементов орбит, названный автором *способом наименьших квадратов* (Méthode des moindres carrés). Изложение носит сугубо математический характер.

Такое же направление имеет и вторая статья Лежандра, посвященная способу наименьших квадратов<sup>2</sup>. Статья была представлена во Французский научный институт в 1811 г. В сущности — это повторение первой его статьи.

Автор приводит уравнение ошибок в виде

$$E = a + bx + cy + fz + \dots \quad (1)$$

Величины  $E, E', E'' \dots$  Лежандр называет ошибками измерений (les erreurs) и ставит условие

$$E^2 + E'^2 + E''^2 + \dots = \min. \quad (2)$$

<sup>1</sup> А. М. Legendre. Nouvelle méthode pour la détermination des orbites des Comètes. Paris, 1806. Сам Лежандр датирует свою книгу 1805 г.

<sup>2</sup> А. М. Legendre. Méthode des moindres carrés. Mémoire de la classe des sciences mathématiques et physiques de l'Institut Imperial de la France. Année 1810. Дата издания МДСССХIV.

Отсюда находятся «окончательные» (нормальные по нынешней терминологии) уравнения.

Для оправдания основного условия (2) Лежандр не приводит никакого обоснования, кроме слов «je pense» (я думаю). Он не входит в обсуждение свойств ошибок и закономерностей, которым они подчиняются.

Между прочим, величины  $E$  в сущности — не ошибки, а остаточные отклонения.

В статье Лежандра нет никаких расчетов точности, с которой получаются окончательные значения неизвестных.

В 1809 г. появился в печати мемуар Гаусса<sup>3</sup>, третья часть второй книги которого посвящена способу наименьших квадратов. Здесь Гаусс, исходя из свойств случайных ошибок, подчиняющихся так называемому нормальному распределению, и перевел их на язык теории вероятностей, дал формулы дифференциальной

$$p = \frac{h}{\sqrt{\pi}} e^{-h^2 \Delta^2} \cdot d\Delta \quad (3)$$

и интегральной

$$P = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-h^2 \Delta^2} \cdot d\Delta \quad (4)$$

функции вероятности ошибки результата измерения.

На основе теории вероятностей Гаусс установил, что обработка результатов измерений по способу наименьших квадратов приводит к нахождению вероятнейших значений искомого величин. Таким образом, Гаусс, сохранив название способа наименьших квадратов, данное Лежандром, предложил совершенно иной подход к этому способу.

В 1811 г. Лаплас подверг критике постулаты Гаусса: принцип арифметической середины и равновероятность гипотез до измерений; он установил, что нет надобности в том, чтобы ошибки обладали нормальным распределением. Достаточно того, чтобы ошибки измерений были случайными; при этих условиях обработка результатов измерений по способу наименьших квадратов приводит к тому, что найденные окончательные значения неизвестных величины оказываются наиболее целесообразными при данной группе измеренных значений, но число измерений должно быть неограниченно велико.

Гаусс согласился с критикой Лапласа. Но в то же время он нашел, что требование неограниченно большого числа измерений, которое вытекает из теории Лапласа, приводит к тому, что эта теория практически бесполезна.

Исходя из этого, Гаусс разработал новую теорию, которую опубликовал в своих мемуарах «Theoria combinationis observationum erroribus minimis obnoxia» (1821—1826)<sup>4</sup>.

В этой теории он рассматривает случайные ошибки общего вида, поставив лишь условием равенство

$$\varphi(x) = \varphi(-x), \quad (5)$$

где  $x$  — случайная ошибка результата измерения, для которой дифференциальная формула вероятности имеет вид

$$p = \varphi(x) \cdot dx. \quad (6)$$

<sup>3</sup> С. Ф. Gauss. Theoria motus corporum coelestium. Hamburg, 1809; К. Ф. Гаусс. Способ наименьших квадратов. Перевод с лат. под ред. Г. В. Багратуни. М., 1957.

<sup>4</sup> С. Ф. Gauss. Werke. Bd. IV, 1880.

Для оценки точности результатов измерений Гаусс ввел понятие о средней квадратической ошибке, которая определяется по формуле

$$m^2 = \int_{-\infty}^{+\infty} x^2 \cdot \varphi(x) \cdot dx. \quad (7)$$

По примеру Лапласа Гаусс назвал величину  $m$  «ошибкой, которой нужно опасаться», но у Лапласа под этим термином понимается среднее из абсолютных величин случайных ошибок.

Попутно Гаусс отметил, что величину  $m$  можно назвать просто средней ошибкой. Но он как будто предвидел, что такой термин может привести к недоразумениям, и дал более четкое определение —  $m^2$  есть среднее из квадратов  $x^2$ .

Далее Гаусс подчеркивает, что, понимая величину  $m$  в согласии с формулой (7), не следует в формуле

$$m^2 = \frac{[x^2]}{n} \quad (8)$$

ограничиваться только числом действительно сделанных измерений; нужно предполагать, что в  $[x^2]$  входят все возможные для данных условий ошибки измерений.

Особо важное значение Гаусс придавал величине средней квадратической ошибки  $m$ . Он подчеркнул, что при неравноточных измерениях следует считать относительным весом величину, обратно пропорциональную  $m^2$ , т. е.

$$p = \frac{c}{m^2}. \quad (9)$$

В конечном итоге Гаусс доказал, что, обрабатывая результаты измерений по способу наименьших квадратов, именно, вводя условие

$$[pv^2] = \min, \quad (10)$$

где

$$v_i = a_i x + b_i y + \dots + g_i w + l_i \quad \text{при } i = 1, 2, \dots, n, \quad (11)$$

причем число неизвестных  $k$  меньше числа измерений  $n$ , мы получим значения каждого неизвестного с наименьшей по абсолютной величине средней квадратической ошибкой или с наибольшим весом.

Можно доказать и обратно: если необходимо найти из данных результатов измерений значения неизвестных с наибольшим весом (или, что все равно, с наименьшей абсолютной величиной средней квадратической ошибки), то для этого результаты измерений следует обработать по способу наименьших квадратов.

Таков очень важный для практики различных измерений результат, существенно отличающий теорию Гаусса от теории Лежандра.

Гаусс был не только превосходный математик, но и практик, в частности, в области геодезических измерений. Он прекрасно понимал, что на практике вместо формулы (8), где под  $n$  подразумевается очень большое число, будут пользоваться формулой

$$m^2 = \frac{[v^2]}{n} \quad (12)$$

<sup>5</sup> По этой причине величину  $m$  правильнее называть *средней квадратической ошибкой*.

или при неравноточных измерениях формулой

$$m^2 = \frac{[pv^2]}{n}. \quad (13)$$

Поэтому он специально рассмотрел этот вопрос и дал формулу

$$m^2 = \frac{[pv^2]}{n-k}. \quad (14)$$

Более того, при ограниченном числе измерений и эта формула может дать значительное отклонение от того, что должно было бы получиться при весьма большом  $n$ . В связи с этим Гаусс дал формулу

$$m_m = \frac{m_{эмп}}{\sqrt{2(n-k)}}, \quad (15)$$

где  $m_{эмп}$  — абсолютное значение величины  $m$ , получаемое по формуле (14).

Гаусс согласился, что использование в формулах (7) и (8) квадрата случайной ошибки допускает произвол; ученый заявил, что можно брать любую четную степень случайной ошибки; еще раньше в связи с мемуаром 1809 г., введя для оценки точности понятие *вероятной ошибки*<sup>6</sup>, Гаусс пришел к выводу, что величина этой ошибки получается при любом числе  $n$  с большей точностью по среднему из квадратов случайных ошибок по сравнению со всеми другими степенями ошибок.

Однако вопрос о более точном обосновании формул (7) и (8), а также условия (10)

$$[pv^2] = \min$$

оставался недостаточно уточненным до тех пор, пока французский ученый Бьенэмэ<sup>7</sup> не установил, что закон распространения случайных ошибок справедлив только для вторых их степеней и не применим к другим четным степеням.

К концу первой четверти XIX столетия трудами главным образом Гаусса была установлена тесная связь способа наименьших квадратов с теорией ошибок измерений. В результате установлено следующее:

1) если измерения сопровождаются только случайными ошибками, т. е. если

$$\int_{-\infty}^{+\infty} x \cdot dx = 0; \quad (16)$$

2) если измеряемые величины в процессе измерения остаются по величине неизменными;

3) если все измерения независимы одно от другого;

4) если между измеряемыми и искомыми величинами имеется точная связь, выражаемая уравнениями, параметры которых точно известны;

5) если исходные данные, как высоты точек относительно уровня моря, широты и долготы пунктов земной поверхности и другие могут считаться по своей точности практически безошибочными,

то, определяя результаты измерений при помощи средних квадратических ошибок, можно найти по способу наименьших квадратов значения искоемых неизвестных, наиболее надежные, обладающие наибольшим весом, возможным для данного ряда измерений.

<sup>6</sup> Впоследствии Гаусс заявил, что он хотел бы вероятную ошибку исключить из употребления. К сожалению, вероятная ошибка и до сих пор фигурирует в некоторых государствах и учреждениях.

<sup>7</sup> Bienéme. «Journal des Mathématiques pures et appliquées», ser. 2, 1867, t. XII.

Если при измерении случайные ошибки подчиняются нормальному распределению, т. е. если справедлива формула (3)

$$p = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 x^2} dx, \quad (17)$$

где мера точности

$$h = \frac{1}{m\sqrt{2}}, \quad (18)$$

а значит, чем меньше абсолютное значение случайной ошибки, тем она реже встречается при измерениях, то в этом случае можно говорить о вероятнейших значениях, находимых по способу наименьших квадратов значений неизвестных, а не только о результатах, получаемых с наибольшим весом. Но Гаусс, который в 1809 г. ввел термин «вероятнейшее значение», признал впоследствии, что вероятность даже и вероятнейшего значения сама по себе ничтожно мала. Поэтому наиболее рационально применять способ наименьших квадратов для нахождения значений искомым величин с наибольшим весом, возможным при данных результатах измерений.

По основному правилу теории вероятностей вероятность полной группы событий равна единице. Поэтому имеем равенство

$$P = \sum p = \int_{-\infty}^{+\infty} \varphi(x) dx = 1. \quad (19)$$

Введи обозначение

$$y = \varphi(x), \quad (20)$$

а значит, полагая

$$p = y \cdot dx, \quad (21)$$

будем иметь

$$P = \int_{-\infty}^{+\infty} y \cdot dx = 1.$$

При нормальном распределении

$$y = \varphi(x) = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot e^{-h^2 x^2}, \quad (22)$$

откуда по формуле (19) получим

$$P = \frac{h}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-h^2 x^2} \cdot dx = 1. \quad (23)$$

Гаусс понимал, что ошибка измерения не может распространяться по абсолютной величине до бесконечности, но в то же время ему было ясно, что установить точный предел случайной ошибки за редким исключением невозможно. Поэтому, учитывая, что кривая ошибок определяется уравнением (22) и что в силу этого она на обоих концах быстро подходит близко к абсциссе, он не стал лужным вдаваться в детали.

И в самом деле по формуле (23) выходит, что

$$\text{при } \Delta_{np} = 2m; p = 0,954; 1 - p = \frac{1}{22}$$

$$\text{при } \Delta_{np} = 3m; p = 0,9973; 1 - p = \frac{1}{370}$$

$$\text{при } \Delta_{np} = 4m; p = 0,99994; 1 - p = \frac{1}{16670}.$$

Учитывая это обстоятельство, особая комиссия в 1878 г. постановила считать, что целесообразно практически пользоваться равенством

$$\Delta_{np} = 3m. \quad (24)$$

В настоящее время в Советском Союзе нередко в инструкциях в качестве так называемых допусков принимают величину  $2m$ .

Кому и зачем важно значение  $\Delta_{np}$ , хотя для уравнительных вычислений по способу наименьших квадратов достаточно знать средние квадратические ошибки результатов измерений?

Для ответа на этот вопрос нужно различать два вида средних.

Один вид, когда измеряется одна и та же величина  $X$  многократно и берется из результатов измерений

$$l_1, l_2, \dots, l_n \quad (25)$$

среднее арифметическое  $\bar{x}$ .

Другой вид, когда наблюдается много однородных объектов, явлений, например, измеряется рост взрослых мужчин одной и той же национальности, и из результатов

$$l_1, l_2, \dots, l_n \quad (26)$$

берется среднее арифметическое  $\bar{x}$ .

И в том, и в другом случаях вычисляются отклонения результатов отдельных измерений от арифметической середины и находится средняя квадратическая ошибка по формуле

$$m = \sqrt{\frac{[v^2]}{n-1}} = \sqrt{\frac{[(x-l)^2]}{n-1}} \text{ при } i = 1, 2, \dots, n \quad (27)$$

В первом случае величина  $\bar{x}$  характеризует значение величины  $X$ , точное значение которого мы не знаем, а величина  $m$  характеризует степень отклонения  $\bar{x}$  от  $X$ . Во втором случае величины  $\bar{x}$  и  $m$  — две характеристики совокупности наблюдаемых значений (26), причем величина  $m$  — характеристика степени рассеяния ряда (26). В этом случае знанию предельной величины рассеяния по средней квадратической ошибке препятствует нередко сама природа явлений. Например, средний рост взрослого мужчины 167 см при  $m = 7$  см. В то же время встречаются мужчины с очень малым ростом — в 60 см, а есть и великаны, рост которых доходит до 284 см и даже до 3 м (недавно найденный скелет). К тому же величина  $m$  в данном случае отнюдь не есть ошибка. Это просто показатель рассеяния.

Наоборот, в первом случае знание величины  $\Delta_{np}$  нередко бывает очень важно. Так, при сооружении сложных зданий или при создании точных механизмов знать предельную ошибку измерения чрезвычайно важно.

В соответствии с двумя видами средних значений нужно различать две научные дисциплины, базирующиеся на теории вероятностей: теорию ошибок измерений и математическую статистику. Обе дисциплины в настоящее время включают способ наименьших квадратов, но при этом каждая с учетом своих особенностей.

Исторически математическая статистика как научная дисциплина начала развиваться в XIX в. на основе положений, установленных Гауссом в мемуаре 1809 г. Бельгийский астроном Котле (он же руководитель Статистического управления в Бельгии) применил формулу нормального распределения ошибок к рядам наблюдений различных статистических

явлений и пришел к выводу, что нормальному распределению подчиняются вообще разнообразные статистические совокупности. Из этого Кетле сделал совершенно необоснованные выводы идеалистического характера, затормозив на время возможность использования теории вероятностей для статистических целей в Западной Европе.

В России достижения Гаусса и Лапласа встретили большое сочувствие. Достаточно в этом отношении отметить первый появившийся в России, притом весьма серьезный курс по теории вероятностей, написанный В. Я. Буныковским<sup>8</sup>, в котором автор уделял большое внимание способу наименьших квадратов, отметив преимущество его перед другими способами обработки результатов измерений. При этом В. Я. Буныковский учел и забытый мемуар математика Лагранжа 1770—1775 гг., посвященный вопросам теории ошибок.

Вот как В. Я. Буныковский-математик охарактеризовал упомянутую выше<sup>9</sup> работу математика Лежандра:

«Способ наименьших квадратов предложен Лежандром, но не как следствие математической теории вероятностей, а просто как прием удобный, избавляющий от всякой произвольности при употреблении условных уравнений, доставляемых наблюдениями».

Следует отметить вышедшую в 1857 г. книгу А. Н. Савича<sup>10</sup>, посвященную способу наименьших квадратов. Это — первое учебное руководство по способу наименьших квадратов на русском языке. В основе его лежат идеи Гаусса. Работа А. Н. Савича, естественно, не лишена недостатков, но в общем ценность ее несомненна.

Особую роль в развитии способа наименьших квадратов, преимущественно в направлении математической статистики, нужно отнести научным работам П. Л. Чебышева, выполненным главным образом в период 1854—1859 гг.<sup>11</sup> Чебышев уделяет большое внимание применению способа наименьших квадратов для нахождения параметров приближенной функции по данному статистическому ряду, для чего он применяет интерполирование. Так, П. Л. Чебышев сообщает, что он разработал для интерполирования «формулу, которая дает приблизительное выражение искомой функции по ее частным значениям, и притом с коэффициентами, определяемыми условием способа наименьших квадратов»<sup>12</sup>.

П. Л. Чебышев рассматривает при этом и более общие случаи, «именно предполагая различными законами вероятностей ошибок значений искомых функций»<sup>13</sup>.

Нельзя не отметить метод полиномов, разработанный П. Л. Чебышевым, для интерполирования. К сожалению, этот метод сравнительно мало применим в геодезии и астрономии, но свойство ортогонализации, присущее полиномам П. Л. Чебышева, используется в способе наименьших квадратов при обработке результатов измерений. Этим свойством, в частности, обладают весовые коэффициенты, необходимые для оценки точности функций уравновешенных величин.

Ценный научный труд в рассматриваемой области принадлежит А. А. Маркову<sup>14</sup>. Основное внимание автор уделил способу наимень-

<sup>8</sup> В. Я. Буныковский. Основания математической теории вероятностей. СПб., 1846.

<sup>9</sup> А. М. Legendre. Nouvelles méthodes pour la détermination des orbites des Comètes. Paris, 1806, p. 295.

<sup>10</sup> А. Н. Савич. Приложение теории вероятностей к вычислению наблюдений и геодезических вычислений. СПб., 1857.

<sup>11</sup> П. Л. Чебышев. Собрание сочинений, т. II. Математический анализ. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1947.

<sup>12</sup> Там же, стр. 103.

<sup>13</sup> Там же, стр. 101.

<sup>14</sup> А. А. Марков. Исчисление вероятностей. Изд. 4. М., Госиздат, 1924.

ших квадратов. Отличительная черта этого способа в изложении А. А. Маркова состоит в теоретически строгом изложении. По примеру Гаусса А. А. Марков положил в основу способа наименьших квадратов принципа наибольшего веса.

Книга А. А. Маркова интересна всем, кто имеет дело со случайными явлениями, но особенно для статистиков, поскольку в этом труде разработана теория корреляции, а также вопрос о цепях зависимых явлений.

Уже отмечалось, что для технических дисциплин часто очень важно знать предельную ошибку, которую можно ожидать и в рядах непосредственно произведенных измерений какой-либо величины и в результатах, полученных после уравнивания по способу наименьших квадратов. Решение этого вопроса дали П. Л. Чебышев и А. М. Ляпунов<sup>15</sup>. Последний установил, что если причины, вызывающие случайное событие, много, если они взаимно независимы и действие каждой из них на создание суммарной случайной величины мало по сравнению с суммарным действием этих причин, то распределение, которому подчиняется эта суммарная случайная величина, будет лишь незначительно отличаться от нормального распределения.

Предельная теорема А. М. Ляпунова имеет очень существенное значение для технических измерений особо ответственного характера, так как дает возможность определять при косвенных и условных измерениях по способу наименьших квадратов не только окончательные значения искоемых величин, но и предельные ошибки этих значений, для чего нужно лишь соблюдать определенные, заранее известные правила при организации измерения.

Истекшая часть XX в. известна большими достижениями как в теоретическом, так и в техническом отношении. В связи с этим и организация самих измерений, и уравнительные вычисления, которым подвергаются результаты этих измерений, приняли иной вид. Достаточно сказать, что при измерениях применяются, помимо значительно более точных инструментов, аэрофотосъемка, электротехника, свето- и радиодальномеры очень высокой точности; при уравнительных вычислениях используются электронные вычислительные машины. Но способ наименьших квадратов в принципе остается и до настоящего времени основой теории уравнительных вычислений. Правда, делались и делаются попытки внедрения других идей, например, требования отыскивать значения неизвестных при условии, чтобы наибольшие отклонения измеренных значений от того, что получится в результате уравнивания, были наименьшими из всех возможных. Однако пока эти попытки не увенчались успехом.

Электронные вычислительные машины позволяют находить искомые значения неизвестных способом итерации. Но у этого способа есть своя «ахиллесова пята», которая особенно дает себя знать при большом числе неизвестных. При геодезических измерениях ответственного характера возникает необходимость, особенно в нашей стране, производить уравнительные вычисления при наличии многих сотен неизвестных. Это создает очень серьезные трудности. В частности, возникает вопрос о влиянии ошибок округления. По этому вопросу до сих пор имеются противоречивые расчеты.

В способе наименьших квадратов делаются попытки шире использовать методы современной математики в виде метричного исчисления, векторов, тензоров и вообще  $n$ -мерной геометрии, но пока все это носит теоретический характер и не дает существенных практических результатов,

<sup>15</sup> А. М. Liapounoff. Sur une proposition des la théorie des probabilités. «Bull. Acad. Sc. Pétersb.», 1900, vol. 13.

особенно когда обработке по способу наименьших квадратов одновременно подлежат очень большое число измеренных значений.

В математической статистике в настоящее время довольно широко начинает внедряться так называемый метод наибольшего правдоподобия, предложенный математиком-статистиком Фишером.

В связи с этим в книге Хальда<sup>16</sup>, сторонника Фишера, сказано, что «метод наименьших квадратов, который мы будем несколько раз применять в следующих главах, является частным случаем метода максимума правдоподобия, именно тем случаем, когда наблюдения распределены нормально».

Мы взяли книгу Хальда сознательно: во-первых, потому, что, как видно из ее заглавия, в ней даются технические приложения, во-вторых, Хальд, как он сам пишет в предисловии, читал лекции членам Датского общества инженеров-строителей и предназначил свою книгу «для инженеров в их повседневной работе».

Но Хальд должен был знать, что сам Фишер признает, что его метод максимума правдоподобия не имеет надлежащего математического обоснования и что способ наименьших квадратов получил в мемуарах Гаусса 1821—1826 гг. такое обоснование, которое совершенно не нуждается в подкреплении при помощи упомянутого принципа Фишера<sup>17</sup>.

Уже были приведены пять условий, которым должны удовлетворять результаты измерений для их обработки по способу наименьших квадратов: Наиболее трудно выполнимым оказывается условие, чтобы измерения сопровождалась только случайными ошибками. Недаром физики говорят, что «систематическая ошибка есть злейший враг точных измерений». Борьба с систематическими ошибками ведется интенсивно, но вполне удовлетворительный результат удается достичь далеко не всегда.

Взаимная независимость результатов измерений, с одной стороны, и неизменность измеряемых величин в процессе измерения, с другой — нуждаются в каждом конкретном случае в тщательном и всестороннем изучении. В данном случае помощь может оказать дисперсионный анализ, предложенный Фишером. К сожалению, дисперсионный анализ очень слабо используется при обработке результатов технических измерений. Следует учесть и то, что теории дисперсионного анализа, предложенной Фишером, необходима некоторая корректировка.

Следует отметить, что в области теории ошибок измерений, в частности, в теории и практике способа наименьших квадратов, в XX в. проделана очень большая работа. Серьезный вклад в разрешение этого вопроса внесли русские и советские ученые. Однако есть еще много вопросов, требующих неотлагательной и углубленной разработки.

<sup>16</sup> А. Х а л ь д. Математическая статистика с техническими приложениями. Перевод с англ. М., ИЛ., 1956, стр. 181.

<sup>17</sup> Автор настоящей статьи посвятил переведенной на русский язык и изданной в 1958 г. книге Фишера «Статистические методы для исследователей» специальную статью, которая напечатана в «Известиях ВУЗов» в разделе «Геодезия и аэрофото-съемка». Изд. МИНГАИК, вып. 2, 1960.

Д. Н. ГОРДЕЕВ

## ИСТОРИЯ ПАЛЕОГИДРОГЕОЛОГИИ И НЕКОТОРЫХ СМЕЖНЫХ ОТРАСЛЕЙ ЗНАНИЯ В СССР ЗА ПОСЛЕВОЕННЫЕ ГОДЫ (1946—1960 гг.)

К началу второй четверти XX в. накапливается значительный фактический материал из геологического прошлого, позволяющий решать некоторые вопросы палеогидрологии (климаты прошлого, древнее осадконакопление, ледниковые эпохи). В советской литературе в 1929 г. П. Н. Чирвинский<sup>1</sup> впервые ввел и обосновал понятие об «ископаемой гидрогеологии, или палеогидрогеологии, т. е. гидрогеологии прошлого». В 1933 г. он выступил уже со специальной статьей под названием «Палеогидрогеология»<sup>2</sup>, в которой изложил основы этой новой отрасли естествознания. Правда, эти основы относились преимущественно не столько к палеогидрогеологии в целом, сколько к палеогидрохимии земной коры. Выветривание, цементация рыхлых пород, кремнистые породы, образование стяжений и окаменелостей, жильное и осадочное рудообразование, возникновение в почвах и грунтах карбонатных и гипсовых горизонтов, рост и заполнение пещер в карбонатных породах, гипсе и ангидрите — все эти процессы в настоящее время происходят с участием подземной воды. Такие же процессы, происходившие в прошлом, представляют, по мнению П. Н. Чирвинского, предмет палеогидрохимии как важнейшей ветви палеогидрогеологии. В 1939 г. ученый изучил и осветил в литературе более конкретные вопросы палеогидрохимии Хибинских тундр<sup>3</sup>, в 1943 г. в небольшой статье предложил физико-химический метод определения палеоклиматов<sup>4</sup>.

Тогда же, в 30-х годах, на раннем этапе формирования палеогидрогеологии большую роль сыграли работы В. И. Вернадского, особенно его работа «История природных вод» (1933—1936 гг.), в которой он поставил три проблемы палеогидрологии и палеогидрогеологии<sup>5</sup>.

Первой и основной проблемой палеогидрологии В. И. Вернадский впол-

<sup>1</sup> П. Н. Ч и р в и н с к и й. Сводный геологический и гидрогеологический очерк бассейна рек Терек и Кумы. «Труды Северо-Кавказской ассоциации научно-исследователей», Ростов-на-Дону, 1929, № 56.

<sup>2</sup> П. Н. Ч и р в и н с к и й. Палеогидрогеология. В сб.: «Проблемы советской геологии», 1933, т. III, № 8, стр. 107—122.

<sup>3</sup> П. Н. Ч и р в и н с к и й. Палеогидрогеология Хибинских тундр. «Изв. АН СССР», серия геол., 1939, № 4, стр. 23—41.

<sup>4</sup> П. Н. Ч и р в и н с к и й. Физико-химический подход к характеристике палеоклиматов. «Природа», 1943, № 1, стр. 60—62.

<sup>5</sup> В. И. В е р н а д с к и й. История минералов земной коры, т. II. История природных вод, ч. 1, вып. 1. М., Госхимтехиздат, 1933, § 99—111, стр. 56—63.



не правильно в то время считал проблему постоянства или непостоянства океанических впадин и количества воды на поверхности Земли за геологическое время.

В. И. Вернадский выделил при этом две линии научной мысли: одна, связанная с именами Зюсса, Кобера, Грегори, выражает положение о непостоянстве океанических впадин, о смене континентов и океанов на протяжении геологического времени; другая, связанная с именами Дэна, Вегенера, Дюжи, утверждает положение о постоянстве океанических впадин на протяжении геологического времени. С именами двух последних ученых связана концепция о медленном постоянном (Вегенер) или периодическом (Дюжи) движении материков по базальтовой постели, движении, приводящем к изменению географических очертаний океанов, но не нарушающих постоянства самих океанических впадин.

Сам В. И. Вернадский придерживался концепции постоянства океанических впадин и постоянства количества воды и соляной массы в океане за геологическое время. «Все заставляет думать,— писал он,— что мы имеем дело только с переливанием единой массы воды, связанным с тектоническим изменением земной коры,— поднятиями и опусканиями суши, не могущими вызвать коренного изменения 1 : 2,4<sup>6</sup>.

Можно только говорить о колебаниях вокруг этого числа. Пределы колебаний нам неизвестны, как непонятно и возможное постоянство этого числа»<sup>7</sup>.

Вторая большая проблема, поднятая В. И. Вернадским в «Истории природных вод», заключалась в вопросе о постоянстве или непостоянстве отдельных видов воды на Земле. В. И. Вернадский считал, что с ходом геологического времени отдельные виды воды (как минералы) исчезают. Так, необратимо исчезли, по его мнению, флювиогляциальные воды, по-видимому, отличные по химическому составу от современных речных и озерных вод; речные воды эпох интенсивного геосинклинального горообразования; природные воды эпох интенсивного вулканизма; воды замирающих водных бассейнов триасового и пермского периодов, давшие начало, в частности, месторождениям медных и свинцовых руд; органические воды, связанные с вымершими формами органического мира, например, органические воды лесов каменноугольного периода<sup>8</sup>.

Наряду с исчезновением некоторых видов природных (земных) вод идет, как показал В. И. Вернадский, и процесс нового видообразования. Так, за последние 10—20 тысяч лет идет все убыстряющийся процесс формирования новых видов природных вод, возникновение которых связано с промышленной и бытовой деятельностью человека. Эти так называемые культурные воды<sup>9</sup> весьма многообразны. К ним относятся: сточные заводские воды<sup>10</sup>, измененные человеком речные воды<sup>11</sup>, измененные человеком болотные воды<sup>12</sup>, грязевые, иловые воды, измененные культурой человека<sup>13</sup>, ирригационные воды<sup>14</sup>, рудные (рудничные) воды<sup>15</sup>, воды каменноугольных копей<sup>16</sup>, нефтяные буровые воды, измененные по составу по сравнению с нефтяными водами в естественном залегании<sup>17</sup>.

<sup>6</sup> 1 : 2,4 — отношение поверхности суши и воды на Земле. — Прим. Д. Г.

<sup>7</sup> В. И. Вернадский. История..., вып. 1, § 101, стр. 58.

<sup>8</sup> Там же, § 71—73, стр. 41—42.

<sup>9</sup> Там же, § 69, стр. 40; § 73, стр. 42; § 129, стр. 72—73.

<sup>10</sup> Там же, вып. 2, § 608, стр. 352—353; вып. 3, § 925, стр. 542.

<sup>11</sup> Там же, вып. 2, § 611, стр. 319; § 626, стр. 329.

<sup>12</sup> Там же, § 656, стр. 345; § 661, стр. 348—349.

<sup>13</sup> Там же, вып. 3, § 934, стр. 546.

<sup>14</sup> Там же, вып. 2, § 626, стр. 329; § 656, стр. 345.

<sup>15</sup> Там же, § 669—671, стр. 353—355; вып. 3, § 810, стр. 452; § 923, стр. 540.

<sup>16</sup> Там же, вып. 3, § 813, стр. 454.

<sup>17</sup> Там же, § 861—870, стр. 499—507; § 902, стр. 528; § 923, стр. 540.

Промышленной деятельностью человека не только создаются новые (по химическому составу) виды воды в природе, но и меняется режим и вся история вообще всех природных вод.

Таким образом, В. И. Вернадский, придерживаясь концепции постоянства за геологическое время количества воды на Земле, как и постоянства океанических впадин, ввел в начале 30-х годов представление о вымирании и новообразовании отдельных видов воды в природе как минералов.

Третья проблема, освещенная в цитированной книге В. И. Вернадского, заключалась в комплексе тех вопросов палеогидрохимии, которые были независимо от него подняты в печати П. Н. Чирвинским. Выпадение солей и минералообразование из подземных вод высокой концентрации В. И. Вернадский называл «замиранием» подземных водных растворов.

Поставленные П. Н. Чирвинским и В. И. Вернадским вопросы разрабатывались на протяжении 30-х и первой половины 40-х годов очень медленно. После окончания Великой Отечественной войны в связи с общим подъемом науки в СССР вопросы палеогидрогеологии становятся очередными и важными проблемами естествознания. При этом за истекшие 15 лет (1946—1960) наместились и выделились четыре направления: палеогидрохимия как своеобразный раздел палеогидрогеологии; палеогидрология, изучающая древние водоемы в связи с историей подземных вод и тесно связанная в то же время с палеоклиматологией; региональная палеогидрогеология; общая палеогидрогеология.

Первое направление. С середины 40-х годов у нас в стране проводятся многочисленные и систематические исследования жидких (главным образом водных) включений в минералах. А поскольку эти включения до некоторой степени могут рассматриваться как остатки среды, в которой происходило образование самого минерала, по включениям стали определять состав, фазовое состояние среды, температуру, давление и другие условия, при которых происходило образование и минерала, и включений. Это научное направление, созданное еще в середине XIX в. английским геологом Сорби, получило название «геологической термометрии по включениям».

За последние 15 лет в СССР особенно выделяются в этом направлении исследования Г. Г. Грушкина, Н. П. Ермакова, Г. Г. Леммлейна и др. Сводка отечественной литературы на 1955 г. дана в работе Г. Г. Леммлейна<sup>18</sup>, опубликованной в качестве дополнения к переводной книге канадского исследователя Смита<sup>19</sup>. В сводках этих авторов приводятся и литература, касающаяся вопросов физико-химии водных растворов (особенно растворимости кремнезема в воде и в водных растворах солей при повышенных давлениях), а также вопросов гидротермального образования минералов.

Над всеми этими проблемами в настоящее время работают геологи, минералоги, кристаллографы, физико-химики и физики. Эти вопросы в то же время составляют часть палеогидрохимии и палеогидрогеологии.

Направление в палеогидрогеологии, созданное П. Н. Чирвинским, не ограничивается исследованиями включений. Оно получило разностороннее развитие. Так, изучение минералообразования в зоне аэрации привело к разработке методики определения древних базисов подземного стока и восстановления палеогидрогеологических условий зоны грунтовых вод. Такого рода исследования на примере Устюрта провел недавно

<sup>18</sup> Г. Г. Леммлейн. Дополнения по отечественной литературе о жидких включениях в минералах и о геологической термометрии. В кн.: Ф. Г. Смит. Геологическая термометрия по включениям в минералах. М., ИЛ, 1956.

<sup>19</sup> Ф. Г. Смит. Геологическая термометрия по включениям в минералах. Перевод с англ. А. А. Черно ва. Под ред. и с дополнениями Г. Г. Леммлейна. М., ИЛ, 1956.

А. А. Алексин<sup>20</sup>. Свообразные горизонты (в частности гипсонесные горизонты зоны аэрации засушливых областей), отражающие древние уровни грунтовых вод, стали индикаторами новейших тектонических движений, изменяющих гипсометрическое положение этих горизонтов.

Такого рода материалы палеогеохимии и палеогеологической помогают решать вопросы ныне формирующейся новой отрасли естествознания — палеогеоморфологии<sup>21</sup>.

За последние годы это направление палеогеологической получило развитие в связи с разносторонним изучением широко распространенных в СССР так называемых пестроцветных пород (главным образом девона, перми и триаса). Изучение распределения окраски этих пород привело к выводам, как показал А. И. Перельман<sup>22</sup>, о том, что здесь происходили переход и перераспределение окисных и закисных форм железа под действием двигавшихся в породах былых подземных вод. Окраска пород стала объектом палеогеологической, она стала индикатором ранее существовавших водоносных горизонтов.

Опыт приложения палеогеологического анализа к решению некоторых вопросов формирования и разрушения железорудных месторождений опубликовал в 1956 г. А. В. Щербakov<sup>23</sup>.

Второе направление. К 1948 г. Б. П. Жижченко<sup>24</sup> разработал вопрос, косвенно относящийся к истории подземных вод, — вопрос о значении для стратиграфии палеогеологического метода, т. е. метода, основанного на изучении истории изменения солености, температурного, газового, гидродинамического режимов вод бассейна. По его мнению, широкие перспективы, открывающиеся при стратиграфических исследованиях, основанных на изучении гидрологии ранее существовавших бассейнов, заставляют уделять особое внимание палеоэкологическим, палеоседиментационным и геохимическим исследованиям, т. е. исследованиям, направленным в первую очередь на выяснение гидрологической обстановки, при которой шло образование тех или иных слоев. Такого рода палеогеология, как и палеогеологическая, приобретали к началу 50-х годов большое значение в решении практических вопросов, в частности в прогнозах нефтеносности той или другой территории. Подробно эти вопросы он осветил в 1959 г. в своей монографии «Методы палеогеографических исследований»<sup>25</sup>.

Однако вплоть до начала 50-х годов палеогеология и палеогеологическая как новые отрасли естествознания переживали все еще лишь стадию становления. Их необходимость в решении ряда практических вопросов становилась очевидной, но разработка методов этих новых отраслей знания развивалась очень медленно. Так, М. А. Гатальский, подчеркивая значение палеогеологической для нефтяной гидрогеологии, писал в 1951 г.: «Гидрогеология еще не имеет разработанных методов восстановления истории развития гидрогеологических процессов и усло-

<sup>20</sup> А. А. Алексин. Палеогеологическое значение воднорастворимых солей зоны аэрации засушливых областей. «Изв. АН Туркм. ССР», 1958, № 5, стр. 82—84.

<sup>21</sup> Я. Д. Зеккель. О палеогеоморфологии. «Изв. Всесоюз. географ. об-ва», 1958, т. 90, вып. 4, стр. 366—368.

<sup>22</sup> А. И. Перельман. Следы былых водоносных горизонтов в осадочных породах. «Природа», 1958, № 6, стр. 95—97.

<sup>23</sup> А. В. Щербakov. Палеогеологические условия формирования и разрушения железорудных месторождений Кривороженско-Кременчугского бассейна. «Вопросы гидрогеологии и инженерной геологии», сб. 14 («Труды ВСЕГИНГЕО»). М., Госгеотехиздат, 1956, стр. 104—123.

<sup>24</sup> Б. П. Жижченко. О палеогеологическом методе стратиграфических исследований. «Изв. АН СССР», серия геол., 1948, № 3, стр. 141—142.

<sup>25</sup> Б. П. Жижченко. Методы палеогеографических исследований. М., Госгеотехиздат, 1959.

вий формирования подземных вод в их динамической последовательности. Эти вопросы гидрогеологической должна решать палеогеологическая, которой до сих пор не уделяется должного внимания, что связано главным образом с отсутствием методики и сложностью палеогеологического анализа изучаемых территорий; это затрудняет использование указанного анализа как метода для решения практических вопросов. Наиболее остро в палеогеологической нуждается нефтяная гидрогеологическая»<sup>26</sup>.

Интересно отметить, что с этим высказыванием перекликалось выступление К. К. Маркова в том же 1951 г. по поводу палеоклиматологии<sup>27</sup>. Подчеркивая большие успехи советской климатологии в целом, он констатировал, что к 50-м годам научные работы по истории климатов Земли почти совершенно отсутствовали. В то же время ряд крупных проблем естествознания (эволюция теплового баланса Земли, история климатической зональности, причины великого оледенения четвертичного времени) настоятельно потребовали развития методов палеоклиматологии.

В 50-х годах во всех этих отраслях естествознания в СССР происходят значительные сдвиги. В 1955 г. Л. А. Назаркин<sup>28</sup>, не касаясь собственно вопросов палеогеологической, попытался решить проблему роли климата в процессе накопления нефтематеринского органического материала, проблему основных индикаторов палеоклиматов и проблему роли палеоклиматов в пространственном распределении нефтяных и газовых месторождений. Автор пришел к выводам, что климатическая зональность характерна для всей послепротерозойской истории Земли; что интенсивная генерация и анаэробное захоронение нефтематеринского органического вещества характерны лишь для водоемов зон теплого климата; что наличие благоприятных условий для интенсивного органического продуцирования водоемов является основной предпосылкой эффективного проявления всех остальных факторов в процессе образования и аккумуляции нефти; что положение Н. М. Губкина о главенствующей роли крупных тектонических элементов в общепланетарном распределении нефтегазоносности требует коррективов, что благоприятная тектоническая обстановка только тогда способствовала процессам нефтеобразования, когда области проявления крупных тектонических процессов находились в зонах теплого климата.

Л. А. Назаркин опирался при этом на палеогеографические и палеоклиматические реконструкции Н. М. Страхова, опубликованные в 1940—1951 гг.

Однако положения Л. А. Назаркина оказались спорными. Так, упомянутый Б. П. Жижченко в своей монографии 1959 г. пишет: «...недавно Л. А. Назаркин (1955 г.) пытался доказать, что отложения с большим количеством органического вещества могли формироваться преимущественно в областях с повышенной температурой вод и что нефтяные месторождения должны быть приурочены к южам, характеризующимся теплым климатом. Такое заключение, безусловно, не может быть принято, поскольку наибольшая продуктивность моря, а следовательно, и большое содержание органического вещества в осадках в современных и ранее существовавших бассейнах, отмечается скорее в областях умеренного

<sup>26</sup> М. А. Гатальский. Палеогеологическая и ее значение при изучении нефтеносных областей. Геол. сб. (доклады и статьи), I (IV). М.—Л., Госгеотехиздат, 1951, стр. 43.

<sup>27</sup> К. К. Марков. О задачах исторической климатологии (палеоклиматологии). «Изв. АН СССР», серия географ., 1951, № 4, стр. 42—44.

<sup>28</sup> Л. А. Назаркин. Роль палеоклимата в прогнозах нефтеносности крупных регионов. Саратов, Изд-во «Коммунист», 1955.

или холодного климата, чем тепло. И если уж говорить о связи между содержанием органического вещества в осадках и климатом, то следует предполагать связь, обратную той, о которой говорит Л. А. Назаркин<sup>29</sup>.

За послевоенные годы советская наука обогатилась многочисленными и разносторонними исследованиями четвертичных отложений и всего комплекса теоретических проблем, связанных с ними, в частности, проблемы палеоклимата четвертичного (антропогенного) периода. Достаточно сослаться на «Материалы к Всесоюзному совещанию по изучению четвертичного периода»<sup>30</sup> и сборник статей «Ледниковый период на территории Европейской части СССР и Сибири»<sup>31</sup>.

В частности, в этой области внимание советских ученых привлекает явление цикличности палеоклимата в плейстоцене. Здесь еще много спорного, но все большим признанием пользуется точка зрения, изложенная в печати в 1957 г. советским астрономом М. С. Эйгенсоном<sup>32</sup>. Последний считает, что циклические климатические изменения на Земле обусловлены изменениями солнечной активности, которая сказывается на общей циркуляции атмосферы и гидросферы. В настоящее время установлено существование на Солнце 3; 5½; 11; 22; 44; 80—90, а также, по-видимому, 600 и 1500—2000-летних циклов солнечной деятельности. Более длительные (чем 1500—2000 лет) ритмы не установлены из-за отсутствия соответствующих наблюдений. «Вопрос о том, — пишет М. С. Эйгенсон, — объяснима ли одним солнечным фактором вся система многоритмических палеоклиматических колебаний и прежде всего совокупность великих оледенений, последним из которых было четвертичное, — пока еще не может быть решен однозначно»<sup>33</sup>. Возможно, что великие оледенения на Земле возникают лишь в том случае, когда на космический фактор (ослабление солнечной радиации) накладывается такой земной фактор, как крупные орогенетические (тектонические) процессы.

По этому вопросу, однако, имеется и другое мнение, изложенное недавно Г. Ф. Лунгергаузен<sup>34</sup>. Последний считает, что «периодически» повторяющиеся через каждые 190—200 млн. лет великие оледенения Земли представляют «космические зимы», обусловленные положением солнечной системы в Галактике. Эта периодичность «космических зим» на Земле по времени совпадает с продолжительностью так называемого галактического года, т. е. периодом полного обращения солнечной системы вокруг центра Галактики. Кроме цикличности в 200 млн. лет, этот автор усматривает (по времени рудных накоплений в земной коре) наличие в истории Земли циклов, выходящих за рамки эр и равных 600—700 млн. лет.

В этой связи интересны работы по палеоклимату послеледникового времени. Большая сводка советской литературы геологов, географов, климатологов, археологов, ботаников, лесоводов, почвоведов, торфоведов, болотоведов по этому вопросу опубликована И. Е. Бучинским в

<sup>29</sup> Б. П. Жижчи́ко. Методы палеогеографических исследований. Л., Гостехиздат, 1959, стр. 194.

<sup>30</sup> «Материалы к Всесоюзному совещанию по изучению четвертичного периода». Труды Комиссии по изучению четвертичного периода, М., 1957, XIII.

<sup>31</sup> «Ледниковый период на территории Европейской части СССР и Сибири». Сб. статей под ред. К. К. Маркова и А. И. Попова. М., Изд-во МГУ, 1959.

<sup>32</sup> М. С. Эйгенсон. О возможной природе палеоклиматических колебаний в течение четвертичного периода. Труды Комиссии по изучению четвертичного периода, 1957, XIII, стр. 427—433.

<sup>33</sup> Там же, стр. 431.

<sup>34</sup> Г. Ф. Лунгергаузен. Периодические изменения климата и великие оледенения Земли (Некоторые проблемы исторической палеогеографии и абсолютной геохронологии). В сб.: «Советская геология», 1957, № 59, стр. 88—115.

1954<sup>35</sup> и 1957 гг.<sup>36</sup>. Сам он пришел к выводу, что за последнее 10 000-летие на территории Русской равнины выявляются пять климатических периодов, каждый из которых в среднем продолжительностью 2000 лет. На каждый период с 2000-летней протяженностью накладываются более короткие периоды колебаний климата, раскрытие которых пока затруднительно.

Эти палеоклиматические исследования имеют большое значение для познания истории формирования грунтовых вод СССР, истории их географической зональности, а также для решения вопросов, имеющих важное народнохозяйственное значение, например, вопросов прогноза уровней наших внутренних морей, особенно Каспийского<sup>37</sup>.

Повышавшееся с каждым годом практическое значение палеоклиматологии повысило интерес научных кругов СССР к успехам в этой области за рубежом. В 50-х годах издаются переводные работы, например, книги Брукса<sup>38</sup>, Шварцбаха<sup>39</sup>.

До последнего времени палеоклимат определялся главным образом по характеру ископаемой флоры и фауны, а также некоторых пород и их ассоциаций. Эти методы позволяли реконструировать лишь качественную сторону явлений в их относительной, сравнительной оценке. Количественные показатели различных элементов климата (давление и температура воздуха; температура океанов, осадки и т. д.) при этом не определялись.

В 50-х годах ученые начали разрабатывать метод изотопной палеотермометрии, который сулит возможность определять уже абсолютные значения по крайней мере наиболее важного из элементов палеоклимата — температуры древних морей и океанов. Этот метод основан на определении отношения изотопов кислорода ( $O^{18} : O^{16}$ ) в органическом кальците, которое является довольно точным индикатором температуры среды обитания организмов.

Этот вопрос в 1958 г. освещен в статье Д. П. Найдина<sup>40</sup>, где приведена и сводка литературы.

Третье направление. В конце 40-х и особенно в начале 50-х годов все большее значение приобретает изучение истории формирования и динамики подземных вод в каждом водоносном горизонте в различные периоды жизни той или другой территории с момента накопления седиментационных морских вод до настоящего времени. Появляется ряд публикаций по региональной палеогидрогеологии. Особенно следует отметить публикации А. Б. Роиова (1947) по Поволжью<sup>41</sup>, А. И. Силина-Бекчурин (1948—1949) по Урало-Волжской впадине<sup>42,43</sup>, С. А. Шагойца

<sup>35</sup> И. Е. Бучинский. Очерки климата Русской равнины в историческую эпоху. М., 1954.

<sup>36</sup> И. Е. Бучинский. О климате прошлого Русской равнины. Изд. 2. Л., Гидрометеонадат, 1957.

<sup>37</sup> Совещание по проблеме уровня Каспийского моря в г. Астрахани 3—8 сентября 1956 г. Тезисы докладов. М. — Астрахань, Изд-во АН СССР, 1956.

<sup>38</sup> К. Брукс. Климат прошлого. Перевод с англ., М., ИЛ, 1952.

<sup>39</sup> М. Шварцбах. Климат прошлого. Перевод с нем., М., ИЛ, 1955.

<sup>40</sup> Д. П. Найдина. Вопросы определения климатических условий прошлых геологических периодов методом изотопной палеотермометрии. В сб.: «Советская геология», 1958, № 7, стр. 15—34.

<sup>41</sup> А. Б. Роиов. Роль колебательных движений земной коры в формировании каменноугольных пластовых вод и газовых месторождений Поволжья. Труды Ин-та теоретической геофизики, 1947, т. III.

<sup>42</sup> А. И. Силина-Бекчурин. О влиянии колебательных движений земной коры в районе Урало-Волжской впадины на формирование в ней подземного стока и нефтяных залежей. Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, М.—Л., 1948, т. I.

<sup>43</sup> А. И. Силина-Бекчурин. Формирование подземных вод северо-востока Русской платформы и западного склона Урала. Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР, 1949, т. IV.

(1949) по Северному Кавказу<sup>44</sup>, С. Г. Каштанова (1952) по Волжско-Камскому краю<sup>45</sup>, Б. Ф. Маврицкого (1957) по Иртышскому бассейну<sup>46</sup>, Н. М. Фролова (1958) по Западному Причерноморью<sup>47, 48</sup>. Это направление в палеогидрогеологии зародилось еще в конце 30-х годов, когда К. И. Маков (1939) выступил в печати по вопросу о геологической истории подземных вод Причерноморья<sup>49</sup>.

Уже к концу 40-х годов назрела задача составления палеогидрогеологических карт, т. е. изображения на картах геологической истории формирования подземных вод. Первый опыт составления таких (сначала схематических) карт принадлежит С. А. Шаголянцу. Он опубликовал в 1949 г.<sup>50</sup>, составленные им еще в 1947 г. палеогидрогеологические схемы формирования подземных вод ряда горизонтов некоторых частей Северного Кавказа.

В монографии 1959 г.<sup>51</sup> этот автор более подробно изложил накопившийся материал по палеогидрогеологии центральной и восточной частей Северного Кавказа и составил многочисленные палеогидрогеологические схематические карты: по центральному и восточному Предкавказью отдельно для среднемиоценового, среднесарматского, верхнесарматского, акчагыльского, апшеронского, древнекаспийского и современного времени; по центральной и восточной частям северного склона Кавказа отдельно для среднемиоценового, предакчагыльского, и акчагыл-современного времени. На основании обширного материала, особенно по Терско-Кумскому артезианскому бассейну, С. А. Шаголянец сделал три очень важных вывода:

во-первых, что в гидрогеологически закрытых структурах движение подземных напорных вод осуществляется в результате разгрузки их *через кровлю* водоносного горизонта, происходящей под влиянием избыточного напора подземных вод над уровнем грунтовых вод со свободным зеркалом, если даже эта кровля состоит из мощной толщи глины;

во-вторых, в водоносном горизонте, находящемся в гидрогеологически закрытой структуре при условиях (органической среде), вызывающих развитие восстановительных процессов (что встречается чаще), образуются зоны с различным химическим составом вод, располагающиеся в строго определенном порядке (в направлении движения подземных вод); автор выделил семь основных зон: первая из них зона гидрокарбонатно-кальциевых вод атмосферного происхождения, последняя (в направлении движения вод) — зона хлоридно-натриево-кальциевых («хлоркальциевых») погребенных морских вод<sup>52</sup>;

<sup>44</sup> С. А. Шаголянец. Палеогидрогеологическая схема формирования подземных вод центральной и восточной частей Северного Кавказа. «Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР», 1949, т. VI.

<sup>45</sup> С. Г. Каштанова. Материалы по палеогидрогеологии центральной части Волжско-Камского края. «Уч. зап. Казанского гос. ун-та», 1952, т. 112, кн. 8. Геология, стр. 49—71.

<sup>46</sup> Б. Ф. Маврицкий. История формирования подземных вод Иртышского артезианского бассейна и смежных с ним районов. «Вюлл. МОИП», отд. геол., 1957, т. XXXVI (6).

<sup>47</sup> Н. М. Фролов. О палеогидрогеологии Западного Причерноморья. Материалы Первой конференции молодых ученых Молдавии. Кишинев, 1958.

<sup>48</sup> Н. М. Фролов. Подземные воды и палеогидрогеологические условия Западного Причерноморья. М.—Кишинев, 1958.

<sup>49</sup> К. И. Маков. К вопросу о геологической истории подземных вод Причерноморья. «Изв. АН СССР», серия геол., 1939, № 6.

<sup>50</sup> С. А. Шаголянец. Палеогидрогеологическая схема формирования подземных вод центральной и восточной частей Северного Кавказа. «Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР», 1949, т. VI, стр. 33—45.

<sup>51</sup> С. А. Шаголянец. Подземные воды центральной и восточной частей Северного Кавказа и условия их формирования. М., Госгеолтехиздат, 1959.

<sup>52</sup> Там же, стр. 246 и 298.

в-третьих, кроме ранее установленных кругооборотов воды в природе, существует кругооборот, захватывающий всю водоносную зону земной коры и идущий по схеме атмосферные воды — грунтовые воды — напорные воды — грунтовые воды — атмосферная влага.

Схематические палеогидрогеологические карты по территории Западного Причерноморья для верхнесилурийской эпохи, юрского периода, палеогеновой эпохи и тортона составил и в 1958 г. опубликовал Н. М. Фролов<sup>53</sup>.

Четвертое направление. Одним из основоположников общей палеогидрогеологии был А. Н. Бунеев, который в итоге многолетних исследований пришел в конце 40-х годов к выводу, что при вступлении речных вод в море происходит обмен поглощенного кальция (ионы глинистых частиц) на натрий (морского раствора) и что вода прошлых эпиконтинентальных морей становилась постепенно хлоридно-кальциевой, и ее реликтом являются так называемые глубокие нефтяные воды<sup>54</sup>.

Это положение А. Н. Бунеева вызвало серьезное возражение. Однако направление, созданное им в науке, получило в СССР в 50-х годах многостороннее развитие.

Если прежде соленость в прошлом того или иного морского бассейна определялась данными главным образом палеонтологии, то с 50-х годов все большее значение начинает приобретать метод прямого определения солевого состава отпрессованных грунтовых растворов, т. е. захороненных в осадках морских вод<sup>55</sup>.

Метод отжимания водных растворов из осадочных пород разработан под руководством А. Н. Бунеева уже в 1947 г.<sup>56</sup> С тех пор методика значительно совершенствовалась, фактический материал о составе отжимаемых при разных давлениях растворов накапливался. Однако палеогидрогеологических и палеогидрогеологических обобщений этого материала по существу еще нет. Выводы ученых различны и противоречивы. Возможность непосредственного определения солевого состава морских вод по составу отжимаемых вод является спорной. Эта возможность, по-видимому, характерна лишь по отношению к молодым осадкам.

Изучение подземных вод седиментационного происхождения имеет в настоящее время большое значение не только для реконструкции палеогидрохимии водных бассейнов, но и для решения более частных практических вопросов, например, вопросов соленакопления, поисков соляных залежей и т. п.<sup>57</sup> Однако все эти вопросы составляют лишь часть общей палеогидрогеологии. Другая ее часть состоит в реконструкции геологической истории подземных вод и роли их в истории Земли.

В общей форме задачу восстановления геологической истории подземных вод поставил в конце 40-х годов А. Н. Семихатов (1947)<sup>58</sup>, который ввел понятие гидрологического цикла, т. е. континенталь-

<sup>53</sup> Н. М. Фролов. Подземные воды и палеогидрогеологические условия Западного Причерноморья...

<sup>54</sup> А. Н. Бунеев. Основы гидрогеохимии минеральных вод осадочных отложений. М., Медгиз, 1956.

<sup>55</sup> С. В. Бруевич, О. В. Шинкина. О палеогидрологии Черного моря в позднечетвертичное время. «Докл. АН СССР», 1959, т. 127, № 3, стр. 673—676.

<sup>56</sup> А. Н. Бунеев, Е. В. Ренгартен, П. А. Крюков. Опыт отжимания растворов из осадочных пород. «Докл. АН СССР», 1947, т. 47, вып. 7.

<sup>57</sup> А. Е. Ходяков. О формировании подземных вод седиментационного происхождения и геохимической роли их миграции. В сб.: «Материалы по геологии и гидрогеологии районов соленакопления». «Труды Всесоюз. научно-исслед. ин-та галургии», Л., 1959, вып. XXXV, стр. 452—470.

<sup>58</sup> А. Н. Семихатов. О гидрогеологических циклах. «Докл. АН СССР», новая серия, 1947, 56, № 6, стр. 629—630.

ного периода в жизни подземных вод того или другого участка земной коры.

В 50-х годах делается попытка рассматривать геологическую историю подземных вод как историю их вертикальной и горизонтальной зональностей, постоянно нарушаемых тектоническими движениями и вновь возникаемых в спокойные периоды жизни того или другого участка земной коры<sup>59</sup>. М. Е. Альтовский<sup>60</sup>, исходя из космогонической гипотезы О. Ю. Шмидта, намечает последовательность возникновения основных вертикальных зон подземных вод. Вначале, по его мнению, возникла парогидротермальная зона за счет выделения из пылеватых частиц адсорбированных газов; затем, по мере образования гидрографической сети, появились зоны аэрации и грунтовых вод; позже, по мере увеличения толщи стратиферы образовывались зона напорных пресных вод и зона вод высокой концентрации; еще позже, уже в конце палеозоя, когда на континентах появился устойчивый растительный покров, образовалась зона почвенных вод. Весь этот процесс образования все новых гидрогеологических зон происходил при непрерывном опускании вглубь литосферы наиболее рано возникшей парогидротермальной зоны.

За последние годы у нас в стране, исходя из явлений радиоактивности, разрабатываются разнообразные методы определения абсолютного возраста подземной воды. Начало этому направлению в науке о подземных водах положено еще в середине 30-х годов В. П. Савченко, который, учитывая образование гелия из радиоактивных элементов и считая содержание аргона в воде постоянным в течение геологического времени, предложил первую формулу для расчета возраста воды в абсолютных единицах времени<sup>61</sup>. К настоящему времени эти методы стали более совершенными и разнообразными<sup>62</sup>.

К середине 30-х годов сформировалась такая отрасль естествознания, как радиогеология. Ее предмет и задачи изложены В. И. Вернадским сначала в статье в 1935 г.<sup>63</sup>, затем в докладе на XVII сессии Международного геологического конгресса в 1937 г.<sup>64</sup> К середине 50-х годов на основе радиогеологии возникла новая отрасль знания — радиогидрогеология<sup>65</sup>. Некоторые проблемы палеогидрогеологии определяют в настоящее время ростки новой отрасли знаний — палеорадиогидрогеологии.

Некоторые комплексные проблемы палеогидрогеологии, палеогидрологии и палеоклиматологии выходят за пределы каждой из перечисленных наук и составляют зародыш формирующейся сейчас новой отрасли естествознания — геологии природных (не только подземных!) вод, или учения о геологической истории земных вод. Предметом

<sup>59</sup> Б. Ф. Маврицкий. История формирования подземных вод Иртышского артезианского бассейна и смежных с ним районов. «Бюлл. МОИП», новая серия, 1957, т. 62, отд. геол., т. XXXII, вып. 6, стр. 101—108.

<sup>60</sup> М. Е. Альтовский. Значение природных условий, физико-химических и биохимических процессов в формировании подземных вод. «Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР», 1958, т. XVI, стр. 34—47.

<sup>61</sup> В. П. Савченко. К вопросу о геохимии гелия. «Природные газы», 1935, № 9.

<sup>62</sup> М. Н. Митин. Способы расчета возраста пластовой воды по содержанию в ней редких газов. В сб.: «Материалы по геологии районов Русской платформы и Северного Кавказа и методическим вопросам нефтяной геологии». «Труды Всесоюз. нефтегаз. науч.-исслед. ин-та», Л., 1956, вып. IX, стр. 233—246.

<sup>63</sup> В. И. Вернадский. О некоторых очередных проблемах радиогеологии. «Изв. АН СССР», серия 7, 1935, № 1, стр. 1—18.

<sup>64</sup> В. И. Вернадский. О значении радиогеологии для современной геологии (Определение геологического возраста). В кн.: «Труды XVII сессии Международного геологического конгресса. СССР, 1937», т. I, М., ГОНТИ, 1939, стр. 215—239.

<sup>65</sup> А. П. Токарев, А. В. Щербakov. Радиогидрогеология. М., Госгеолтехиздат, 1956.

этой науки является водный режим планеты в целом во времени, своеобразие этого режима на каждом этапе развития Земли. «Как и все геологические процессы, — писал в 1939 г. В. И. Вернадский, — и история природных вод для каждого геологического времени иная»<sup>66</sup>. Основы геологии природных вод закладываются постепенно на протяжении вот уже четверти века. Наиболее последовательными борцами за становление этой науки являются В. И. Вернадский и Б. Л. Личков<sup>67</sup>.

<sup>66</sup> В. И. Вернадский. Опыт гидрохимии и геохимии вод Земли (1939). Избр. соч., т. IV, кн. 2, М., Изд-во АН СССР, 1960, стр. 582.

<sup>67</sup> Б. Л. Личков. Формирование подземных вод и единство природных вод. «Труды Лабор. гидрогеол. проблем АН СССР», 1958, т. XVI, стр. 27—33.

Т. Л. ЗОЛОТАРЕВ

## РАЗВИТИЕ ГИДРОЭНЕРГЕТИКИ В СССР

### ЛЕНИН И ГИДРОЭНЕРГЕТИКА

Еще в 1901 г. В. И. Ленин, особо отмечая значение использования водной энергии, писал: «Промышленность тоже расселяется по стране, ибо и ей нужна чистая вода. Эксплуатация водопадов, каналов и рек для получения электрической энергии даст новый толчок этому «расселению промышленности»<sup>1</sup>.

Известному гидроэнергетику академику Г. О. Гриффто — строителю первых ГЭС — в январе 1918 г. было поручено уточнить дореволюционные проекты Волховской ГЭС, а 22 апреля 1918 г. Правительство под председательством В. И. Ленина обсуждало вопрос об этой стройке. Сохранилась записка, сделанная Владимиром Ильичем на этом заседании, где он подчеркнул: «Волхов строить» за «2—3 строит(ельных) сезона»<sup>2</sup>. До конца своих дней великий вождь уделял большое внимание Волховстройю. По его инициативе неоднократно принимались специальные решения по оказанию помощи строительству. Он оказывал помощь и в решении ряда технических и финансовых вопросов. В своих воспоминаниях Г. О. Гриффто писал: «На заседаниях Совнаркома, на которых разбирались вопросы Волховстроя, Владимир Ильич неизменно проводил свою линию всесторонней поддержки строительства, рассматривая его как один из крупных этапов электрификации»<sup>3</sup>.

В статье «Лучше меньше, да лучше» В. И. Ленин требовал сохранять малейшие сбережения для развития крупной машинной индустрии, электрификации, гидроторфа, для постройки Волховстроя.

В брошюре «Очередные задачи советской власти», написанной в марте 1918 г., В. И. Ленин отмечает, что «Российская Советская республика... располагает... гигантскими запасами руды... водных сил. Разработка этих естественных богатств приемами новейшей техники даст основу невиданного прогресса производительных сил»<sup>4</sup>.

В известном «Наброске плана научно-исследовательских работ» (апрель 1918 г.) Владимир Ильич указал на использование местных энергетических ресурсов и отметил: «Водные силы и ветряные двигатели вообще и в применении к земледелию»<sup>5</sup>.

Первые «лампочки Ильича» зажглись от малых гидроэлектростанций, которых в 1919 г. было построено 47 на суммарную мощность 1600 *квт*.

<sup>1</sup> В. И. Ленин. Сочинения, т. 5, стр. 138.

<sup>2</sup> «Ленинский сборник», т. XXI. М., 1933, стр. 126.

<sup>3</sup> «Красная газета», 27 января 1924 г.

<sup>4</sup> В. И. Ленин. Сочинения, т. 27, стр. 228.

<sup>5</sup> Там же, стр. 289.

В. И. Ленин и Н. К. Крупская присутствовали на открытии одной из них, сооруженной на р. Ламе в деревне Кашино, вблизи Москвы.

На IX съезде Советов В. И. Ленин отметил, что распространение мелких станций в деревне сыграло немаловажную роль: «Этими мелкими станциями были созданы в деревне центры современной новой крупной промышленности»<sup>6</sup>.

В 1918 г. начала работать Комиссия по обследованию энергетических источников России.

В историческом письме В. И. Ленина (23 января 1920 г.) к Г. М. Крижановскому, в котором сформулированы основные идеи плана электрификации, написано: «Примерно: в 10 (5?) лет построим 20—30 (30—50?) станций, чтобы всю страну усеять центрами на 400 (или 200, если не осилим больше) верст радиуса; на торфе, на воде, на сланце, на угле, на нефти (примерно перебрать Россию всю, с грубым приближением). Начнем-де сейчас закупку необходимых машин моделей. Через 10 (20?) лет сделаем Россию «электрической»<sup>7</sup>.

21 февраля 1920 г. по инициативе В. И. Ленина организована Комиссия по составлению плана электрификации России — ГОЭЛРО. План ГОЭЛРО представлял научно обоснованный единый государственный план развития народного хозяйства на основе передовой техники — электрификации.

В плане ГОЭЛРО, который оценен Владимиром Ильичем как «вторая программа партии», было предусмотрено опережение роста электроэнергетической базы страны. При росте за 10—15 лет промышленной продукции в 1,5—2,5 раза по сравнению с 1913 г. мощность электростанций должна была возрасти в 10 раз. Намечалось соорудить 30 крупных электростанций, из которых 9 ГЭС на мощность 610 *Мвт*.

В письме к товарищам-коммунистам Закавказья от 14 апреля 1921 г. Ленин указал на необходимость развернуть большие работы по электрификации и орошению на базе гидроэлектростроительства: 10 сентября 1921 г. была заложена первая ГЭС в Грузии Эмео-Авчальская на р. Кура, вблизи Тбилиси. В том же 1921 г. по плану ГОЭЛРО начаты изыскания и проектирование по Днепровской ГЭС (по старому названию г. Запорожья — Александровской).

Установки В. И. Ленина в отношении использования водных сил получили отражение в плане ГОЭЛРО.

### ГИДРОЭНЕРГЕТИКА В ПЛАНЕ ГОЭЛРО

Из имевшихся в 1912 г. 46 тыс. гидроустановок только 2,7 тыс. были оборудованы турбинами, которые в основном импортировались из-за границы.

В то время как в наиболее развитых капиталистических странах на ГЭС было установлено 12 млн. *квт*, в России в 1913 г. работало 78 ГЭС суммарной мощностью 8382 *квт*. Самой мощной была Гиндукушская ГЭС на р. Мургаб на 1350 *квт*.

Фактически гидроэнерготехнические работы при советской власти начались заново.

В плане ГОЭЛРО имеется раздел: «В. Электрификация и водная энергия», автором которого был крупнейший гидротехник и строитель, впоследствии академик Н. Г. Александров. В этом разделе плана даны глубокие обоснования подхода к строительству ГЭС и выбору первоочередных объектов.

<sup>6</sup> Там же, т. 33, стр. 144.

<sup>7</sup> Там же, т. 35, стр. 370.

Детальный анализ всех факторов, определяющих подход к использованию гидроэнергии, приводит к четким критериям выбора ГЭС:

«...для России можно остановиться на следующих положениях при использовании водной энергии:

1) В первую очередь обратить внимание на установки, исключительно выгодные как по естественным условиям, так и по возможно полному экономическому использованию.

2) При проектировании сооружений скоординировать использование гидротехнических сооружений для нескольких целей, чтобы стоимость их могла быть разложена на ряд взаимно связанных предприятий (использование водной энергии с шлюзованием реки, орошением и т. п.).

3) При составлении проекта обязательно ввести в расчет регулирование стока, что дает возможность лучше справиться с вариациями нагрузки и режима самого источника энергии.

4) Следует предпочитать всегда установки высокого напора, так как конструкция машин получается при этом легче, размеры станций также уменьшаются, а вместе с тем падают и затраты на постройку.

5) В необходимых случаях следует комбинировать гидравлическую установку с паровой, причем паровую установку надо строить в первую очередь, если нет уже готовых станций, так как таким образом можно значительно приблизить начало эксплуатации, развить спрос на энергию и использовать тепловой резерв для механизации постройки гидроцентрали»<sup>8</sup>.

Эти принципы (экономичность, комплексное использование водных ресурсов, регулирование, высокая напорность и работа в энергосистеме) и в настоящее время не требуют никаких изменений. Следует только добавить еще одно положение: учет требований каскада. Конечно, за прошедший период они с развитием электроэнергетического хозяйства сами развивались и на каждом этапе выражались по-иному.

В районных планах были тщательно рассмотрены обоснования строительства ГЭС. В Северном районе было намечено строительство ГЭС на реках Волхов и Свирь, «...было признано единственно правильным путем для разрешения задачи снабжения Петрограда энергией — использование падений воды рек, расположенных вблизи Петрограда»<sup>9</sup>; «...утилизация Свирско-Волховской системы является единственным выходом и что вопрос электрификации Петрограда в своих основаниях сводится не к выбору источников, а к установлению их мощностей»<sup>10</sup>.

Мощность Волховской ГЭС была намечена около 60 Мет в 10 агрегатах, Свирской № 3 в 120 Мет в 11 агрегатах и Свирской № 2 в 90 Мет в 12 агрегатах.

Для районов Кольского полуострова в перспективном плане отмечаются главнейшие источники гидроэнергии — реки: Суна, Выг, Камень, Ковда, Нива и Тулома, из которых первоочередной по географическому расположению выделена р. Суна.

Для Архангельско-Вологодского района указаны ресурсы рек Онега, Сухона и Печора.

Для Южного района было выдвинуто сооружение Днепровской (Александровской) ГЭС, которая должна будет работать с ТЭС на донецких углях и одновременно решить важную задачу превращения р. Днепра в силовую водный путь и в перспективе обеспечить механическое орошение засушливых южных приднепровских степей. Отмечалось, что ввиду дешевизны ее энергии, район ее действия будет большим. Предель-

<sup>8</sup> План электрификации РСФСР. Изд. 2. М., Госполитиздат, 1955, стр. 82—83.

<sup>9</sup> Там же, стр. 234.

<sup>10</sup> Там же.

ная мощность Днепровес была определена в 850 Мет, а первая очередь к концу 10-летнего периода — в 330 Мет.

В плане ГОЭЛРО предусматривалась возможность сооружения мощной ГЭС на Волге, у Самарской Луки для электроснабжения Южного района.

В отношении электрификации района Урала было решено: «Наряду с мощными центральными на угле и в будущем — на торфе, должна включиться сеть мелких и средних гидроэлектрических установок, влетающих в общую сеть электропередач»<sup>11</sup>. Первоочередными были намечены ГЭС на р. Чусовая мощностью в 25 Мет.

Для района Кавказа отмечалось наличие «громадных запасов неиспользуемого белого угля». Было намечено соорудить ГЭС на реках Кубань (70 Мет), Терек (75 Мет), Аргунь (25 Мет), Самур (55 Мет), Белая (7 Мет), Рион (50 Мет), Гокчинская (Севако-Разданская). Первоочередными были рекомендованы Кубанская и Терекская ГЭС.

Согласно плану ГОЭЛРО, в Алтайском районе намечалось сооружение МГЭС; из них самая мощная Манжировская на 550 Мет. Общая мощность всех ГЭС составляла 2370 Мет. В первую очередь рекомендованы Тургусукская (1,5 Мет), Убинская (150 Мет) и Аргутская (150 Мет) ГЭС. Использование крупных энергоресурсов р. Ангара, отодвигается «по крайней мере на следующее за ближайшим десятилетие».

«...Для Туркестана вопрос о дешевой энергии имеет самое существенное значение. Дешевая вода и дешевая энергия, поданные в те места, где в них человек нуждается, составляют основные факторы развития Туркестана».

В этом отношении природные условия Туркестана весьма благоприятны; он изобилует водной энергией, которую легко и дешево использовать»<sup>12</sup>. Отмечается, что «дешевая энергия является в этом крае производной от орошения» (до 0,5 коп/квт·ч). Были намечены ГЭС: Уч-Курганская на р. Нарын (30—100 Мет), Боз-Суйская на р. Чирчик (30—80 Мет), Беговатская на канале (18 Мет), Аугская на р. Бақырган (8—12 Мет), ЗГЭС на р. Зеравшан (25 Мет), ряд ГЭС на арыке Даргом, р. Ак-Дарья и др., Илийская (15 Мет).

Всего в первую очередь намечалось ГЭС на 80—100 Мет, во вторую очередь — шесть новых ГЭС на 100—170 Мет. Первоочередной выдвигалась Беговатская ГЭС, связанная с водным хозяйством р. Сыр-Дарья.

Вместе с тем предусматривались трудности сооружения мощных ГЭС при отсутствии опыта строительства и слабой машиностроительной базе. Г. М. Крижжановский в докладе по плану ГОЭЛРО на 8 съезде Советов предостерегал от распространенного ошибочного взгляда по отношению к водным силам. Он писал: «Обыкновенно думают, что это как бы даровая энергия. На самом же деле большие гидроэлектрические станции при своем сооружении представляют большие трудности, требуют вложения большого количества материальных ценностей и трудовых единиц. Приступать к их сооружению поэтому следует с большой осторожностью, тщательно взвешивая каждый раз условия места и времени. Правда, раз такая станция сооружена, уход за ней сравнительно прост, и роль ее в народном хозяйстве будет огромна. Но на ближайшее время, ввиду скудности наших средств и малой практики в нашем прошлом по такого рода работам, мы должны быть особо осторожны и прежде всего следует убедиться в достоверном направлении и использовании получающейся таким

<sup>11</sup> Там же, стр. 522.

<sup>12</sup> Там же, стр. 639.

образом электрической энергии в ударных пунктах нашего хозяйства»<sup>13</sup>. В плане ГОЭЛРО неоднократно подчеркивалась необходимость широкого развития строительства мелких водных установок для электрификации сельского хозяйства.

Большое значение придавалось созданию опытных кадров гидроэнергостроителей: «...за период постройки гидравлических станций первой очереди создастся громадный кадр лиц, хорошо знающих дело утилизации водной энергии, идеи воплотятся в жизнь и создадут для будущего уже не инерцию покоя, а инерцию движения. На почве этих инерционных работ вырастут научные институты, лаборатории, школы, умелые рабочие и техники, а самое дело получит в широких кругах населения необходимое признание и устойчивую поддержку в своем дальнейшем развитии»<sup>14</sup>.

В итоге в плане ГОЭЛРО окончательно были утверждены к сооружению в первую очередь девять ГЭС.

Для всестороннего обсуждения технико-экономических вопросов, связанных с осуществлением плана электрификации, в декабре 1921 г. в Москве был создан Всероссийский электротехнический съезд, который признал, что план ГОЭЛРО в общем и целом является правильной схемой, по которой должно строиться государственное плановое хозяйство.

В. И. Ленин отмечал, что электротехнический съезд «дал серьезнейший и богатейший материал, проверку лучшими техническими и научными силами России того плана, который является единственно научно проработанным, кратчайшим и ближайшим планом для восстановления нашей крупной промышленности, требующим для выполнения не менее 10—15 лет»<sup>15</sup>.

В декабре 1921 г. IX Всероссийский съезд Советов утвердил план электрификации России.

#### ОТ ВОЛХОВА К ЕНИСЕЮ

Первой гидроэлектростанцией была ГЭС на р. Волхов. Это была крупная стройка на большой реке с суровым ледоходом. Основание под сооружение — сравнительно слабые известняки — нельзя было считать хорошим. Опыта подобных строек не было. Экономические условия были исключительно тяжелыми: страна была разорена, еще шла война. Между тем объем работ был значительный: земляных и скальных работ 730 тыс. м<sup>3</sup>, бетонных и железобетонных — 234 тыс. м<sup>3</sup>.

В трудных условиях был возведен гидроузел, в который входили бетонная водосливная плотина, шлюз, водосброс, рыбоход и здание станции. Восемь турбин и четыре генератора были импортированы.

В декабре 1926 г. Волховская ГЭС мощностью 60 Мвт подала электрический ток в Ленинград за 130 км по линии электропередачи напряжением 110 тыс. в.

В это же время по плану ГОЭЛРО велись стройки и в других районах страны. Так, вблизи Тбилиси сооружалась деривационная Земо-Авчалская ГЭС на р. Кура. На ирригационном канале в Ташкенте была построена Воз-Суйская ГЭС, на ирригационных каналах Армении — Левинканская и Ереванская ГЭС. Ряд менее мощных ГЭС были построены на реках Южный Буг (Украина), Сура (Поволжье), Харнузовка (Алтай) и др.

<sup>13</sup> Г. М. Крижановский. Об электрификации. ГИЗ, 1921, стр. 26.

<sup>14</sup> План электрификации РСФСР. Изд. 2. М., Госполитиздат, 1955, стр. 86.

<sup>15</sup> В. И. Ленин. Сочинения, т. 33, стр. 139.

В первой пятилетке (1928—1932) начато строительство 12 ГЭС мощностью более 1000 Мвт. Определяющим строительством была грандиозная стройка на Днепре — Днепрострой.

На 100-километровом участке между Днепропетровском и Запорожьем русло реки было пересечено 60 малыми и 9 большими порогами. С времен Петра I по 1905 г. составлялись многочисленные проекты создания судоходных условий на порожиистой части Днепра. С 1905 до 1917 г. разработано более десяти проектов энергетического использования порожиистой части Днепра, но только после Великой Октябрьской социалистической революции эти идеи получили реальное воплощение.

Новый комплексный проект, составленный в десяти вариантах под руководством И. Г. Александрова, потребовал шести лет работы. Строительство было начато 15 марта 1927 г.

В те годы строительство Запорожского гидроузла представляло сложную задачу и в масштабах широкой техники. За пять лет было уложено 1,2 млн. м<sup>3</sup> бетона, произведено 3,38 млн. м<sup>3</sup> земляных и скальных работ.

Строительство было оснащено по тому времени высокой техникой: работало 12 паровых экскаваторов, 17 дерриков кранов, 60 паровозов. Большинство машин было иностранных марок.

Бетоная плотина длиной по гребню 760 м подняла воды Днепра более чем на 38 м. 47 водосливных пролетов были перекрыты огромными металлическими затворами. Справа к плотине примыкала аванкамера со зданием станции, слева — трехкамерный шлюз с подходными каналами.

На Днепрострое впервые была применена широкая механизация при возведении рязевых перемычек. Для земляных работ применялись гидромониторы. Были освоены разнообразные работы в зимних условиях. За время строительства поставлены мировые рекорды кладки на бетоне.

На Всесоюзном совещании по энергетическому строительству 28 ноября 1959 г. Н. С. Хрущев говорил:

«Строительство Днепротеса произвело на меня грандиозное впечатление: Во-первых, оно и по масштабам было значительно больше, чем Волховстрой. Во-вторых, там и техника была другая. На Днепрострое применялись мощные по тому времени краны; теперь-то они, конечно, не являются мощными. Вы знаете, что в ту пору на стройках почти все работы производились вручную. На носилки и на «козлу», которые являлись тогда основным подъемным средством у строителей, погружали какое-то количество кирпича и человек тащил этот груз. Конечно, в сравнении с этими «подъемными средствами» и те небольшие краны казались очень мощными. Надо сказать, что на Днепрострое было смещение передовой техники и ручного труда. Строительная площадка представляла собой буквально муравейник. Но, бесспорно, это был уже другой, более высокий уровень строительства, чем на Волховстрое»<sup>16</sup>.

Все девять турбин по 67 Мвт и пять генераторов к ним были поставлены из США. Четыре генератора были изготовлены в Ленинграде.

16 апреля 1932 г. первая турбина Днепротеса сделала свой первый оборот. Вступила в строй самая мощная ГЭС Европы.

Большое значение в развитии советской гидротехники имела стройка на р. Свирь.

Условия для возведения сооружений оказались исключительно тяжелыми. Виднейшие иностранные специалисты рекомендовали отказаться от стройки ввиду невозможности обеспечить устойчивость бетонной плотины на мягких песчано-глинистых грунтах.

<sup>16</sup> Речь товарища Н. С. Хрущева на Всесоюзном совещании по энергетическому строительству 28 ноября 1959 г. «Правда», 13 декабря 1959 г.



Коллектив инженеров и ученых под руководством академика Г. О. Графтио разработал специальный тип плотины распластанного профиля, который и был успешно осуществлен. На станции были установлены поворотные лопастные турбины рекордных размеров: диаметр рабочего колеса у них достигал 7,5 м.

В 1933 г. Нижне-Свирская ГЭС была сооружена. Ее энергия передавалась в Ленинград по линии электропередачи 240 км при напряжении 220 тыс. в.

В это время строились мощные ГЭС на Северном Кавказе и в Закавказье. В 1933 г. были пущены деривационная ГЭС на р. Рион в Грузии, Гизельдонская ГЭС на Северном Кавказе — первая установка с ковшовыми турбинами Пельтона. В Армении сооружена Дзургетская ГЭС, полностью оснащенная отечественным оборудованием. Стоит отметить небольшую Вторую Ереванскую ГЭС как первую автоматизированную ГЭС в СССР.

В 1934 г. план ГОЭЛРО был перевыполнен. Работало 19 ГЭС мощностью 750 Мвт, в 1935 г. мощность ГЭС достигла 896 Мвт, а выработка 3,7 млрд. квт.ч.

Во второй пятилетке (1932—1937) было сооружено еще 22 ГЭС мощностью 570 тыс. квт.

В этот период были осуществлены крупные комплексные гидротехнические стройки каналов Беломорско-Балтийского и Волга Москва.

Беломорско-Балтийский канал им. И. В. Сталина протяжением 227 км включает 128 гидротехнических сооружений, среди которых 15 плотин, 12 водоспусков, 49 дамб, 19 шлюзов, 40 км каналов и т. д. За 21 месяц в суровых условиях севера было выполнено 21 млн. м<sup>3</sup> земляных и 380 тыс. м<sup>3</sup> бетонных работ.

Было применено много новшток: деревянные контрфорсные плотины, земляные плотины с деревянными экранами, ряжевые плотины с бетонными устоями и др.

Канал, соединяющий Волгу с Москвой, получил имя Москвы. Его протяженность 128 км. Он включает 240 гидротехнических сооружений, среди которых семь земляных плотин высотой до 28 м; три бетонные плотины — одна на Волге и две на Москве-реке, 11 шлюзов с 14 камерами с напорами до 10 м, пять насосных, семь ГЭС и т. д.

За четыре года восемь месяцев был выполнен большой объем работ: земляных — 154 млн. м<sup>3</sup>, бетонных — 2,9 млн. м<sup>3</sup>. По масштабам работ канал им. Москвы намного превысил такие стройки, как Суэцкий и Панамский каналы.

На строительстве широко применялись отечественные механизмы и оборудование.

Впервые были применены слоистые торфяные экраны в земляных плотинах, сегментные одишные и двойные затворы, сегментные затворы для шлюзов оригинального типа, открытая конструкция машинного зала ГЭС и пр. Ивановская плотина — первая в мире бетонная плотина высотой 29 м, сооруженная на мягких грунтах.

Особый интерес представляют пять насосных установок. На каждой из них установлено по четыре вертикальных пропеллерных насоса производительностью 25 м<sup>3</sup>/сек при средней высоте подъема 8,5 м. Управление всех насосных установок и шлюзов полностью автоматизировано.

К 1938 г., т. е. за 20 лет советской власти, построено 80 ГЭС на 1044 Мвт.

В плане третьей пятилетки (1938—1942) предусматривалась разработка схем комплексной реконструкции рек Волга, Дон и Днепр. За пять лет намечалось на ГЭС ввести 5 млн. квт. Вторая мировая война не позволила выполнить намеченную программу работ.

Новой стройкой было строительство каскада ГЭС на р. Чирчик в Сред-

ней Азии. Все ГЭС имели безнапорную деривацию и были связаны с оросительной системой. Головное сооружение, возведенное на р. Чирчик, состоит из плотины и шестикамерного отстойника. К 1941 г. началась эксплуатация самых мощных ГЭС — Тавакской и Комсомольской. Сейчас этот разветвленный каскад имеет уже 16 установок. Очередной проблемой является сооружение в горах емкого водохранилища, которое будет регулировать работу всего каскада.

Важнейшими стройками были Угличский и двойной Рыбинский гидроузлы на р. Верхняя Волга. На этих стройках было выполнено 28,5 млн. м<sup>3</sup> земляных работ и уложено 1,5 млн. м<sup>3</sup> бетона. Механизация строек была очень высокой: 15 ковшовых экскаваторов, 113 паровозов, 600 автомашин, 23 мощных крана, 105 тракторов. Надо отметить, что больше трети всех земляных работ было гидромеханизировано: работали 13 землесосов, 3 земснаряда и 95 гидромониторов.

Сооружение Угличской и Рыбинской бетонных плотин на мягких грунтах было новым достижением гидротехники.

На ГЭС были установлены рекордные по размерам (диаметр колеса 9 м) и мощности (60—65 Мвт) гидроагрегаты советского производства.

К началу второй мировой войны в стране работало 37 ГЭС мощностью более 1,5 млн. квт, сооружались ГЭС на 1 млн. квт.

За время войны было выведено из строя пять ГЭС мощностью около 780 Мвт. Восстановление разрушенных ГЭС уже велось во время войны по мере освобождения территории от врага. В 1944 г. заработали снова агрегаты Баксанской и Гизельдонской ГЭС на Северном Кавказе, в 1945 г. агрегаты Нижне-Свирской, Кегумской (р. Западная Двина) и Раухнальской (р. Вуокса) ГЭС.

С февраля 1944 г. началось восстановление Днепрогэса. Для ускорения пуска пришлось первые три агрегата снова заказать в США, по последующие шесть машин были изготовлены в Ленинграде. В 1947 г. возрожденный Днепрогэс с напором и мощностью выше довоенных дал ток.

Во время войны в Средней Азии и на Урале продолжалось гидроэлектростроительство. Наиболее мощная стройка развернулась на р. Сыр-Дарья, где сооружалась Ферхадская ГЭС с каналом длиной 22,5 км, пропускной способностью 500 м<sup>3</sup>/сек. За 1943—1945 гг. было введено 14 ГЭС общей мощностью 80 Мвт.

Четвертый (первый послевоенный) пятилетний план (1946—1950) назван планом восстановления и развития народного хозяйства. Помимо завершения восстановления шести ГЭС, планировалось окончание строительства 13 ГЭС. Уже в 1947 г. установленная мощность ГЭС достигла довоенного уровня. На полную мощность были пущены Рыбинская ГЭС на Волге, Нивская III ГЭС на р. Нива на Кольском полуострове, Сухумская ГЭС на р. Гумиста в Грузии, Краснополянская ГЭС на р. Мзымте на Черноморском побережье, Широковская ГЭС на Урале и др. Всего на 47 ГЭС введено в эксплуатацию турбин на 2300 Мвт.

Среди новых строек следует отметить четвертую ступень Волжского каскада — Горьковскую ГЭС, сооруженную в 70 км выше Горького, и Камскую ГЭС — выше г. Пермь.

Мощность всех ГЭС к концу 1950 г. достигла 3200 Мвт, а выработка — 12,7 млрд. квт.ч. Ведущей стройкой четвертой пятилетки было комплексное гидростроительство Волго-Дона, включающего сооружение судходного канала протяжением более 100 км и сложного Цимлянского гидроузла на Дону. Схема Волго-Донского канала в принципе подобна каналу им. Москвы. Водораздел также преодолевается механически подъемом тремя насосными установками.

В комплексе канала входят 13 шлюзов, три мощные насосные установки, три плотины, 20 дамб и т. д.

Цимлянский гидроузел включает самую крупную в мире земляную плотину длиной 12,75 км, максимальной высотой до 40 м, железобетонную водосливную плотину длиной 500 м, железнодорожные и шоссейные переходы, ГЭС с четырьмя агрегатами общей мощностью 160 тыс. *квт*, рыбоподъемник, двойной шлюз с двумя судоходными каналами и головное сооружение магистрального оросительного канала, крупный механизированный порт.

За три года восемь месяцев одних земляных работ проведено более 150 млн. *м<sup>3</sup>*, бетонных около 3 млн. *м<sup>3</sup>*.

Стройка была оснащена советскими строительными машинами. Работало 326 экскаваторов, 43 земснаряда, 96 скреперов, 330 бульдозеров, 4200 автомашин и т. д. Мощность электродвигателей на строительстве достигла 140 тыс. *квт*.

Волго-Донское строительство внесло также много нового в гидротехническую практику.

31 мая 1952 г. встретились воды Волги и Дона. 6 июня дала ток первая турбина Цимлянской ГЭС, 27 июля весь комплекс вступил в эксплуатацию.

Пятая пятилетка (1951—1955) была этапом дальнейшего развития гидроэлектростроительства. Завершалось строительство самой мощной ГЭС Разданского каскада в Армении — Гюмушской, Мингечаурской ГЭС на р. Кура в Азербайджане, Усть-Каменогорской ГЭС — первой ГЭС на р. Иртыш, Нарвской ГЭС на р. Нарва, Каховской ГЭС — второй ГЭС на Днепре, Камской ГЭС на р. Кама и многих других.

В 1955 г. мощность всех ГЭС страны достигла 6000 *Мвт*, а выработка — 23,2 млрд. *квт·ч*.

Определяющими стройками пятой пятилетки явилось великое строительство на Волге у Куйбышева и Сталинграда.

Куйбышевский гидроузел имел фронт работ более 5 км. Узел состоял из земляной плотины (2,7 км), бетонной водосливной плотины (1,2 км), двух шлюзов и здания ГЭС оригинальной конструкции.

Строительство на Волге и на Дону определили новый этап в гидроэлектростроительстве и гидротехническом строительстве вообще. Первая особенность этого этапа — большие объемы работ, требующие развития комплексной механизации строительства; вторая особенность — решение (часто впервые) весьма сложных технических проблем.

К началу 1956 г. первый агрегат Куйбышевской ГЭС дал ток. На ГЭС установлено 20 рекордных гидроагрегатов. Мощность станции 2300 *Мвт*, выработка 11,3 млрд. *квт·ч* в средний по водности год.

В 1960 г. завершилось строительство Сталинградской ГЭС мощностью 2560 *Мвт*.

К концу пятой пятилетки в стране работало около 90 мощных и средних ГЭС.

В шестой пятилетке намечалось дальнейшее интенсивное развитие использования гидроэнергии. До 1959 г. были пущены первые агрегаты: первая ГЭС на Ангаре — Иркутская, первая ГЭС на Оби — Новосибирская, очередная ступень на р. Раздане — Арзинская ГЭС, ряд ГЭС в Грузии, на Кольском полуострове, в Средней Азии.

В 1956 г. на 18 крупных и средних ГЭС было введено 60 агрегатов мощностью около 2300 *Мвт*; к концу года в эксплуатации находилось 120 ГЭС мощностью более 9000 *Мвт*.

Утвержденными XXI съездом КПСС контрольными цифрами развития народного хозяйства СССР на 1959—1965 гг. на ГЭС намечалось ввести около 10 тыс. *Мвт* (против 7400 *Мвт*, введенных в предыдущей пятилетке). В ближайшие годы завершается сооружение Сталинградской, Кременчугской и Воткинской ГЭС в Европейской части СССР и мощных ГЭС

на сибирских реках — Бухтарминской и Братской. Развертывается сооружение Красноярской ГЭС на Енисее. Сооружаются ГЭС в отдельных районах, не имеющих топлива, — Мамаканская, Вилюйская и др. Готовится строительство верхних ступеней Днепровского каскада, ступеней Волжско-Камского каскада. Завершено сооружение первой ГЭС на р. Немане — Каунасской, ряда ГЭС в Средней Азии — Голодностенской, Перепадной, Головной и др.

В плане ГОЭЛРО отмечалось большое значение использования энергии малых рек («зеленого угля»).

Около 98% всех рек Советского Союза относятся к малым рекам; их потенциальные запасы определены в 570 млрд. *квт·ч* энергии, из которых на Европейскую часть приходится 25%. По предварительным проектировкам малые ГЭС могли бы ежегодно давать 100 млрд. *квт·ч*.

Основное назначение малых ГЭС — это электрификация сельского хозяйства. В 1950 г. действовало 18 тыс. малых ГЭС на установленную мощность 900 *Мвт*. После укрепления колхозов и нового направления на развитие местных энергосистем широко развилось сооружение межколхозных ГЭС мощностью 1—6 *Мвт*. На семилетие в связи с интенсивным развитием централизованного электроснабжения, развитием электрических сетей и электрификацией железных дорог открываются более широкие возможности электрификации сельского хозяйства за счет государственной системы. Проектируется рост централизованного электроснабжения сельского хозяйства с 32 до 71% при увеличении электропотребления в четыре раза. Для удаленных районов будут сооружаться экономические ГЭС, входящие в местные энергосистемы.

Высокая оценка достижений гидроэлектростроительства дана Н. С. Хрущевым на Всесоюзном совещании по энергетическому строительству.

«Строители гидроэлектростанций и строители тепловых электростанций высоко несут трудовое знамя, своими творческими достижениями высоко подняли престиж строителей, престиж великого Советского Союза на международной арене.

Американцы, которые недавно посетили нашу страну, — а это были не просто туристы, а сенаторы и крупные специалисты, хорошо знающие вопросы строительства электростанций, — высоко оценивают наши успехи в электрификации страны.

В Советском Союзе побывала в этом году делегация американских сенаторов, которая знакомилась со строительством электростанций. Они осмотрели строительство десяти гидроэлектростанций на семи реках от Украины до района озера Байкал в Сибири. По возвращении сенаторов в США в американской печати было опубликовано сообщение, в котором говорится:

«Американцы болезненно осознали превосходство русских в области исследования космоса. Делегация, представляющая два комитета американского сената, возвратившаяся недавно из месячной поездки в Советский Союз, имеет убедительные доказательства того, что Советский Союз перегнал Соединенные Штаты и в области строительства гидроэлектростанций.

Мы не можем позволить себе беспечно относиться к русской программе производства гидроэлектроэнергии и к возможному влиянию этой программы на международные дела. Недооценка ее масштабов и значения могла бы оказаться такой же опасной, как и беспечное отношение к прогрессу русских в области создания управляемых снарядов и ракет. И в самом деле, энергетическая программа, хотя она и менее эффективна, в конечном счете может иметь даже большее значение, чем программа в области ракет и исследования космоса, ибо электроэнергия составляет основу промышленной мощи современного государства».

Американские сенаторы признали, что «русские занимают сейчас ведущее в мире место по производству гидроэлектроэнергии».

Вы знаете, что было время, когда мы учились у американских специалистов, благодарили их и даже награждали орденами некоторых из них, например, полковника Купера, консультировавшего строительство Днепровской гидроэлектростанции. Теперь они не стыдятся (нужно отдать им должное!) своих учеников, сняли шляпу перед достойными учениками хороших учителей!

Мы без зазнайства, но с гордостью можем сказать, что нам приятен отзыв американских сенаторов и специалистов, ведь американцы — самые сильные строители гидростанций и промышленного строительства вообще. Американские инженеры и рабочие, опыт которых мы использовали, а также государственные и общественные деятели теперь открыто в своих выступлениях в печати признают, что им есть чему поучиться у гидростроителей Советского Союза!»<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> «Правда», 13 декабря 1959 г.

## СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

### К ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ПРИНЦИПА ГЮЙГЕНСА

Как отмечал С. И. Вавилов<sup>1</sup>, основной принцип построения волновой теории света Гюйгенса сохранили свое значение до настоящего времени. Область применения принципа Гюйгенса значительно расширилась, включая различные по природе и частоте волны. Если сам Гюйгенс использовал его только для объяснения прямолинейного распространения света и вывода законов отражения, преломления и двойного преломления, то в дальнейшем принцип стал основой для решения задач дифракции; его успешно применяли и в оптике движущихся тел. По мере углубления понимания физического содержания принципа все более отчетливую форму принимало и его аналитическое выражение<sup>2</sup>.

Принцип был изложен в опубликованном в 1690 г. «Трактате о свете», явившемся первым систематическим изложением волновой теории света<sup>3</sup>.

Волновые представления о свете существовали и до Гюйгенса (Гримальди, Гук, Ньютон), но они были недостаточны для построения теории. Как отмечал сам Гюйгенс, именно отсутствие принципа, позволяющего с единой точки зрения рассматривать различные явления, связанные с распространением света, было главной причиной неудач его предшественников.

Гюйгенсу было весьма важно в рамках новой теории объяснить факт прямолинейного распространения волн. Для этого нужно было анализировать действие, производимое кратковременным сигналом, излученным из изолированной точки  $O$  и дошедшим до произвольной точки  $A$  за время  $t$ , получаемое делением отрезка  $OA$  на скорость распространения сигнала.

Гениальность идеи Гюйгенса состояла

в том, что он рассматривал состояние передающей среды не в начальный и конечный моменты, а в промежуточный, причем начальное возмущение заменялось промежуточным состоянием. Основой рассуждений Гюйгенса можно считать положение о том, что явления, вызванные в среде в момент  $t = 0$ , действуют на ее состояние в момент  $t_1$  через эффекты, вызванные ими в каждый из промежуточных моментов  $t$ ; чтобы получить состояние в момент  $t_1$ , нужно по начальному возмущению вычислить состояние при  $t$ , а из последнего уже рассчитать искомое.

С этой точки зрения Гюйгенсу было безразлично, имеет ли он дело с изолированной во времени волной-импульсом или с периодическим синусоидальным процессом. Различие между этими двумя случаями выявилось позже. Гюйгенс же рассматривал первый случай, который казался проще. Он заменял действие, вызванное возмущением, исходящим из точки  $O$  при  $t = 0$ , действием возмущения, локализованного в момент  $t$  на сфере радиусом  $ct$  ( $c$  — скорость распространения волны), и определял общее состояние в момент  $t_1$  как следствие движения, имеющегося в момент  $t$  на элементах сферы. Следуя Брюну<sup>4</sup>, назовем эту задачу именем Гюйгенса.

Первоначальная формулировка принципа содержала трудности, которые понимал и сам Гюйгенс. Хотя допускалось, что каждая из вторичных волн, излученных вспомогательной поверхностью, действует только в точке касания с внешней огибающей, он признавал существование некоторого малозаметного движения и во внутренних частях этих волн. Это означает, что хотя из принципа вытекает отсутствие

<sup>1</sup> С. И. Вавилов. Христиан Гюйгенс. БСЭ, т. 20, 1930; его же. Собрание сочинений, т. III. М., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 129.

<sup>2</sup> J. Hadamard. Lectures on Cauchy's Problem. Yale, 1923.

<sup>3</sup> Х. Гюйгенс. Трактат о свете. М., ОНТИ, 1935, стр. 31.

<sup>4</sup> В. Брюн. Le problème de Huygens. «J. de phys. théor. et appl.», 1895, ser. 3, vol. 4, p. 5—20.

последствия в областях, уже пройденных волной, и локализация возмущения на внешней огибающей волн, Гюйгенс допускал возможность существования остаточных эффектов.

Но дело не в ошибочности или недостаточности формулировки Гюйгенса. Геометрическая форма выражения принципа не позволяла выходить за рамки чисто качественных оценок и затрудняла выявление общности заложенных в нем идей. Даже Лагранж, в заметке, найденной в его бумагах и опубликованной посмертно<sup>5</sup>, не вышел из рамок геометрической картины.

Чтобы устранить трудности в трактовке принципа Гюйгенса, нужно было перейти от геометрического рассмотрения к анализу. Эта задача сразу же встала перед возродившейся в начале XIX в. волновой теорией света. На принципе Гюйгенса обратил внимание еще Юнг, но первое его аналитическое обоснование было дано Френелем в 1818 г. в работе, препровожденной Парижской академией<sup>6</sup>. В отличие от Гюйгенса Френель рассматривает не изолированную во времени волну-импульс, а монохроматическую синусоидальную волну. Применив к вторичным волнам Гюйгенса принцип интерференции, он дал физическую интерпретацию общей огибающей. Вместе с тем появилась возможность количественных расчетов, позволивших широко применять принцип при решении различных задач. Одновременно возникли новые трудности, связанные с расчетом фазы и амплитуды.

В этом отношении характерна дискуссия между Френелем и Пуассоном. Последний заметил, что новая формулировка не устраняет возможность существования эффекта на внутренней огибающей, а следовательно, и обратной волны<sup>7</sup>. Кроме того, расчеты Френеля давали фазу, отличающуюся от действительной на четверть длины волны, и не совсем правильную величину амплитуды, но для развития идей, связанных с принципом Гюйгенса, эти трудности не имели первостепенного значения.

Более существенным был вопрос об обратной волне. Ее отсутствие Френель объяснил своеобразным характером механизма распространения колебаний, совместным действием волн сжатия и волн скоростей<sup>8</sup>. Он предположил, что каждый элемент волновой поверхности ведет себя как вторичный источник, который поддержи-

вается смещением и скоростью, сообщенными частями первой волны. Если теория Френеля действительно являлась развитием принципа Гюйгенса, она должна была дать не только правильный результат для точек вне поверхности, но и нулевой внутри ее. Френель голагал, что такой результат получится, если принять во внимание динамический эффект сжатия и скорости в первичной волне для каждой точки вторичной, что может быть сделано, только если источник излучает одновременно и волну сжатия, и волну скоростей.

В дискуссии Френеля и Пуассона в скрытом виде играло роль различие между волной-импульсом и синусоидальной волной. Но настоящий ответ на возражения Пуассона в значительной мере содержался, как это ни парадоксально, в его собственной работе, опубликованной за несколько лет до начала дискуссии<sup>9</sup>.

Пуассону удалось проинтегрировать волновое уравнение для случая изолированной волны, распространяющейся в однородной среде. При этом заданное состояние в начальный момент аналитически выражается начальными условиями для волновой функции и ее производной. Он показал, что возмущение в точке в некоторый момент зависит от состояния бесконечно тонкого сферического слоя в момент, выбранный за начальный. Из решения Пуассона вытекает, что начальное возмущение, локализованное в пространстве, вызывает в каждой точке действие, локализованное во времени, а это обуславливает распространение резко ограниченного в пространстве импульса и отсутствие всякого последствия. Но в этом и состоит физический смысл принципа Гюйгенса.

Правильной интерпретации решения Пуассона мы обязаны Пуанкаре, распространившему это решение на случай поперечных волн<sup>10</sup>. Принципиально важно, что благодаря работе Пуассона задача Гюйгенса оказалась связанной с общей теорией дифференциальных уравнений в частных производных, а именно с решением задачи Коши.

Несколько по-другому подошел к решению этой задачи Гельмгольц<sup>11</sup>. Его формула явилась результатом использования данных, полученных Грином при решении аналогичной задачи электростатики<sup>12</sup>. Как известно, Грин поставил задачу о замене всех зарядов, находящихся внутри некоторой поверхности, системой зарядов, рас-

пределенных на поверхности, без изменения потенциала во внешнем поле. Гюйгенс поставил идентичную задачу для источников волн. Поэтому полученную Гельмгольцем формулу можно интерпретировать аналогично формуле Грина, что сразу же дает обоснование принципа Гюйгенса в случае Френеля, т. е. для синусоидальных волн.

Рэлей<sup>13</sup> и Лармор<sup>14</sup> отрицали единственность полученного Гельмгольцем распределения вторичных источников, но, как показал Кроу<sup>15</sup>, другие распределения не удовлетворяют требованию отсутствия обратной волны. Стокс получил тот же результат, что и Гельмгольц, но для плоских волн<sup>16</sup>.

Таким образом, мы видим, что в развитии принципа Гюйгенса можно проследить две линии: Гюйгенса — Пуассона для волн-импульсов и Френеля — Гельмгольца — для синусоидальных волн. С другой стороны, выявляются и два пути обоснования: путь Гюйгенса — Френеля, основанный на описании физической картины распространения волн, и строго математический путь Пуассона — Гельмгольца, основанный на решении скалярного волнового уравнения.

Все эти линии развития пересекаются в работе Кирхгофа<sup>17</sup>, показавшего, что нет необходимости отдельно исследовать различные случаи. Если волны вызваны несинусоидальными возмущениями, то, согласно теореме Фурье, их можно рассматривать как суперпозицию определенной системы синусоидальных волн, амплитуды и фазы которых можно вычислить по известным формулам. Если на некоторой поверхности, охватывающей все источники возмущений, известны значения функций, дающих амплитуду и фазу потенциала скоростей и его производной по времени для каждой из составляющих синусоидальных волн, достаточно ввести в формулу Гельмгольца сумму этих величин, чтобы получить аналитическое выражение принципа Гюйгенса для этого общего случая. Полученная Кирхгофом из этих соображений формула выведена прямым решением волнового уравнения Гутенмером<sup>18</sup>, а обобщение для случая движущейся поверхности сделано Морганом<sup>19</sup>.

Однако нельзя сказать, что формула

Кирхгофа является обобщением принципа Гюйгенса. Все заложенное в этом принципе идеи фактически уже имеются в первоначальной его формулировке. Заслуга Кирхгофа состоит не в обобщении, а в безупречном математическом выражении физического содержания принципа. Расчеты дают правильные значения как для амплитуды, так и для фазы, и нулевые значения для обратной волны без каких-либо допущений. Несмотря на это, метод Кирхгофа не может дать строгое решение из-за неопределенности граничных условий; тем не менее, во всех практически важных случаях можно ограничиваться приближенными условиями, обеспечивающими достаточную точность решения. Необходимо подчеркнуть, что решение Кирхгофа верно только для продольных волн, которые характеризуются скалярным потенциалом. Для поперечных волн, в том числе для электромагнитных, следует рассматривать поведение векторного потенциала, каждый компонент которого подчиняется обычному волновому уравнению. Однако даже привлечение уравнений Максвелла не вносит принципиальных изменений в интерпретацию принципа Гюйгенса. В большинстве задач, решаемых при помощи этого принципа, поперечный характер волн не проявляется. Более детальное рассмотрение этого вопроса не входило в нашу задачу.

В заключение остановимся на оригинальном анализе содержания принципа Гюйгенса, проведенном Адамаром<sup>20</sup>. Он показал, что принцип Гюйгенса связан не только с волновым уравнением, но и с рядом других дифференциальных уравнений в частных производных.

Чтобы иметь возможность судить о степени общности утверждений, составляющих принцип Гюйгенса, Адамар выразил его в виде своеобразного силлогизма:

1) если для того, чтобы найти действие явления, известного в момент  $t_0$ , в последующий момент  $t_1$ , можно сначала вычислить действие в промежуточный момент  $t$ , а затем найти искомого действие;

2) если при начальном возмущении, локализованном в окрестности источника, его действие в момент  $t$  будет равняться нулю повсюду, за исключением сферы с

<sup>13</sup> Д. В. Рэлей. Волновая теория света. М.—Л., Гостехтеоретиздат, 1940.

<sup>14</sup> J. L a r m o r. On the mathematical expression of the principle of Huygens. «Proc. London Math. Soc.», 1904, ser. 2, vol. 1, p. 1—13.

<sup>15</sup> F. C r o w e. Sur le principe d'Huygens. «Ann. de Phys.», 1926, ser. 10, vol. 5, p. 371—439.

<sup>16</sup> G. S t o k e s. On the dynamical Theory of Diffraction. «Camb. Phil. Trans.», 1849, vol. 9, p. 1.

<sup>17</sup> G. R. K i r c h h o f f. Vorlesungen über mathematische Physik. Bd. II. Leipzig, 1891, S. 22.

<sup>18</sup> A. G u t z m e r. Ueber den analytischen Ausdruck des Huygensschen Princip. «J. für reine und angew. Math.», 1895, Bd. 11, S. 333—337.

<sup>19</sup> W. R. M o r g a n s. The Kirchhoff formula extended to a Moving Surface. «Phil. Mag.», 1930, ser. 7, vol. 9, p. 141—161.

<sup>20</sup> M. J. H a d a m a r d. Le principe de Huygens. «Bull. de la Soc. math. de France», 1924, vol. 52, p. 610—640.

<sup>5</sup> J. L a g r a n g e. Sur la théorie de lumière d'Huygens. «Ann. de phys. et chim.», 1822, vol. 21, p. 241—246.

<sup>6</sup> О. Френель. Избранные труды по оптике. Под ред. Г. С. Ландсберга. М., Гостехтеоретиздат, 1955, стр. 140.

<sup>7</sup> A. F r e n e l. Oeuvres complètes, t. II. Paris, 1868, p. 209.

<sup>8</sup> Там же, стр. 227.

<sup>9</sup> S. P o i s s o n. «Mem. de l'Acad. des Sciences», 1819, vol. III, p. 121—176.

<sup>10</sup> H. P o i n c a r é. Théorie mathématique de la lumière, t. I. Paris, 1889, p. 96.

<sup>11</sup> H. H o l m h o l t z. Theorie der Luftschwingungen in Röhren. mit offenen Enden. «J. für reine und angew. Math.», 1859, Bd. 57, S. 1—73.

<sup>12</sup> G. G r e e n. Essay on Electricity and Magnetism. Nottingham, 1828.

центром в источнике и радиусом  $c(t - t_0)$ , где  $c$  — скорость распространения волны, то 3) начальное возмущение с точки зрения произвольного действия в конечный момент  $t_1$  можно заменить системой возмущений, отмеченных в момент  $t$  и распределенных по сфере, охватывающей источник.

Очевидно, что эти три утверждения обладают различной степенью общности.

Первая предпосылка представляет выражение принципа детерминизма и является всеобщей; заключение, как показали многочисленные исследования, справедливо

для всех уравнений в частных производных и выражаемых ими физических явлений. Вторая же предпосылка имеет ограниченное применение. Будучи верной для сферических волн, она не наблюдается, например, в цилиндрических волнах. Анализ этой предпосылки имеет большое практическое значение. Так, она не характерна при применении телеграфного уравнения. Это отражает наличие остаточных эффектов в кабеле, которыми объясняется существование помех.

А. М. Френк  
(Тирасполь)

## К ИСТОРИИ УЧЕНИЯ О ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЯХ (1822—1900)

Учение о термоэлектричестве как о группе явлений, обусловленных связью, существующей между электрическими и тепловыми процессами, привлекло внимание физиков к концу первой половины XIX в., хотя первое открытие термоэлектрических явлений было сделано Зеебеком в 1822—1823 гг.<sup>1</sup>

Открыв термоэлектрические токи, возникающие в замкнутой цепи из разнородных проводников, когда места контактов находятся при различных температурах, Зеебек объяснил найденное им явление как появление свободного магнетизма под влиянием разности температур. Для опровержения электрической природы этого явления Зеебек на многочисленных материалах сопоставлял контактный потенциал и воздействие разности температур на магнитную стрелку, подчеркивая существование между ними различия. В 30 и 40-х годах эффект Зеебека не мог получить должного развития. «...их (термоэлектрические явления) — У. Ф.», — пишет А. Ф. Ноффе, — затмевала волна электромагнетизма, приведшая через 10 лет Фарадея к открытию электромагнитной индукции.

Физика шла к обобщающим законам максвелловской теории, техника — к электрическим машинам. Прошло 30 лет, пока с появлением термодинамики возник интерес ко всем видам превращения энергии, в том числе и к превращениям тепловой и электрической энергии в эффектах Зеебека и Пельтье<sup>2</sup>.

Зеебек накопил обширный материал, ох-

ватывающий твердые и жидкие металлы, сплавы, минералы. Эрстед и Фурье повторяли опыты Зеебека и предложили заменить название «термомагнетизм» названием «термоэлектричество»<sup>3</sup>.

В 1834 г. Пельтье описал температурную аномалию вблизи границы двух различных проводников при прохождении через них электрического тока<sup>4</sup>. В последующих работах Пельтье искал подтверждение идеи о неприменимости закона Джоуля — Ленца к слабым токам. Согласно Пельтье, для слабых токов сказываются особенности металлов. В 1838 г. Ленц пропустил ток от элемента Грове через два стержня — висмутый и сурьмяный, спаянных концами и охлажденных до 0°; направление тока было от висмута к сурьме. В этих опытах Ленц заморозил воду, находившуюся в маленькой ямке, сделанной в месте спаев металлов; температура образовавшегося льда понизилась до  $-4,5^\circ$ ; при другом направлении тока вода таяла. В 1847 г. Беккерель доказал, что количество поглощенного или выделенного тепла тем больше, чем дальше металлы стоят один от другого в термоэлектрическом ряду. Беккерель значительно обогатил фактами учение о термоэлектричестве. Он указал на существование в термоэлектрическом ряде вольтового закона и тщательно исследовал явления термоэлектрических токов и изменения температур спаев<sup>5</sup>. Объяснение термоэлектрических явлений, данное Беккерелем, было неудовлетворительным. Его предположение, что различная теплопровод-

ность проводников, составляющих элемент, и есть причина токов, потеряло в дальнейшем значение.

Иццилус исследовал зависимость количества тепла от силы тока и установил, что количество тепла, поглощенного или выделенного в месте спаев двух разнородных металлов, в течение определенного времени пропорционально силе тока, проходящего через этот спай. Выявлением этой же закономерности в 1854 г. занимался Франкенгейм. К концу первой половины XIX в. Р. Адье описывает эксперименты, посвященные влиянию на термоэлектрические явления механических воздействий на проводник. А. Муссон также указал на влияние механических воздействий и экспериментировал с токами, возникающими в одном и том же металлическом проводнике из-за разной структуры вследствие нагревания и охлаждения образца. В 1850 г. Генрихи описывает экспериментальные методы устранения химических изменений на месте соприкосновения металлов.

В начале второй половины XIX в. Магнус публикует работы о термоэлектричестве. Он установил, что ни при каких распределениях температур в однородном металлическом проводнике не могут возникнуть термоэлектрические силы.

В 1835—1850 гг. появляются разнообразные работы в области термоэлектричества, но несмотря на их многочисленность они не внесли коренных изменений в учение о термоэлектричестве. Работами начала 50-х годов заканчивается первый период в учении о термоэлектричестве, начало которого ознаменовалось крупными открытиями, не получившими, однако, на этом этапе должного развития. Для второго периода характерно широкое применение термодинамических методов при теоретическом анализе основных эффектов термоэлектричества. Наиболее важными оказались работы Томсона, Клаузиуса и Авенариуса. Теория термоэлектрических явлений в металлических проводниках основана Томсоном на двух началах термодинамики. В первоначальной теории Томсона вопрос о происхождении термоэлектрической силы оставался незамеченным.

В своей первоначальной теории Томсон исходит из опытов Иццилуса, которые для слабых токов наглядно показывали, что количества тепла, поглощенные или выделенные в эффекте Пельтье, пропорциональны силе тока. Применение первого начала термодинамики к термоэлектрическим явлениям приводит к установлению определенной зависимости эффектов Пельтье и Зеебека. Применение второго начала к рассматриваемым явлениям привело Том-

сона к выводу, что электродвижущая сила тока должна быть пропорциональна разности температур спаев при любых комбинациях металлов. В действительности такая пропорциональность наблюдается лишь при малых разностях температур.

Именно это расхождение с опытом и дало Томсону основание предположить, что разность потенциалов устанавливается не только между разнородными соприкасающимися телами, но и между частями одного и того же тела, если последние имеют разную температуру<sup>6</sup>. Интересно также отметить, что применение Томсоном второго начала термодинамики в скрытом виде содержало предположение об обратимости термоэлектрических процессов. Это казалось допустимым, поскольку при изменении направления тока выделение тепла заменяется его поглощением, но Томсон отчетливо понимал, что поскольку прохождение тока связано с выделением тепла Ленца — Джоуля, то процесс необратим и указанные наблюдаемые эффекты не могут устранить возникающие принципиальные трудности. Клаузиус вначале предполагал действие электродвижущей силы в месте контакта двух металлов. «Явление Томсона» было Клаузиусу неизвестно. Он считал, что именно тепловое движение в спае и есть причина возникновения разности потенциалов, так как это движение разгоняет разномощные электричества в противоположные стороны. Расхождение разномощных электричеств продолжается до тех пор, пока образовавшийся двойной слой уравновесит раздвигающую силу теплового движения. В силу сделанных предположений Клаузиус пришел к выводу, что электродвижущая сила термической пары пропорциональна абсолютной температуре. Так как это противоречило эксперименту, то в дальнейшем Клаузиус предположил, что электродвижущая сила возникает как в месте контакта двух металлов, так и внутри неравномерно нагретого тела<sup>6</sup>. Следовательно, и Клаузиус, и Томсон вынуждены были серьезно корректировать свои первоначальные положения.

Одновременно с развитием теории продолжались многочисленные и разносторонние экспериментальные исследования термоэлектрических явлений. Рольман опубликовал работы о положении спаев в термоэлектрическом ряду, Франц — о термоэлектричестве, Адье — об эффекте неравномерного нагревания, Иццилус — о температурных изменениях, вызываемых гальваническим током при прохождении через поверхность соприкосновения двух различных металлов. Французский электрик

<sup>1</sup> G. Magnus. Über thermoelektrische Ströme. «Annal. de Chimie», 1852, vol. 34, p. 105—115.

<sup>2</sup> W. Thomson. On the dynamical theory of heat. Part VI. Thermoelectric currents. «Edinb. Trans.», 1854, vol. XXI, p. 123—171; «Phil. Mag.», ser. 4, 1856, vol. XI, p. 214—225, 281—297, 379—388, 433—446.

<sup>3</sup> R. Clausius. Über die Anwendung der mechanischen Wärmetheorie auf die thermoelektrischen Erscheinungen. «Pogg. Ann.», 1853, Bd. XC, S. 513—544.

<sup>1</sup> T. I. Seebeck. Magnetische Polarisation der Metalle und Erze durch Temperatur-Differenz. «Abh. der Königl. Ak. der Wiss. zu Berlin». 1822—1823, S. 265—373; «Pogg. Ann.», 1826, Bd. VI, S. 1—20, 133—160, 253—286.

<sup>2</sup> А. Ф. Ноффе. Физика полупроводников. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1957, стр. 360.

<sup>3</sup> H. C. Oersted. Sur diverses expériences relatives aux mouvements de l'électricité dans certains métaux par les différences de température et sur la compression de l'eau. «Bulletin des sciences de la Société Philomatique de Paris», 1823, p. 45—46; J. B. Fouquier et H. C. Oersted. Sur quelques nouvelles expériences thermoélectriques. «Annal. de Chimie», 1823, vol. 22, p. 375—389.

<sup>4</sup> A. Peltier. Nouvelles expériences sur la calorificité des courants électriques. «Annal. de Chim. et Phys.», 1834, vol. 56, p. 371—386.

<sup>5</sup> Q. Icilius. Über die Temperaturveränderungen welche ein galvanischer Strom beim Durchgang die Berührungsfläche zweier heterogenen Metalle hervorbringt. «Pogg. Ann.», 1852, Bd. 89, S. 377—402.

Гоген исследовал термоэлектрические свойства многих металлов. Он подтвердил установленные Беккерелем правила. Гоген исследовал висмут, ртуть, платину, олово, свинец, медь, серебро, золото, цинк, железо и антимон. Эта работа в известной мере характеризует состояние экспериментальной техники и методов теоретической трактовки результатов эксперимента, которые господствовали в период появления замечательных работ Авенариуса. Последний рассматривал развиваемую электродвижущую силу при соприкосновении двух металлов как функцию температуры. Эту функцию Авенариус разлагает в ряд по возрастающим степеням температуры, где постоянные зависят от химических и физических свойств металла.

Авенариус получил выражение для электродвижущей силы термопары, хорошо совпадающее с результатами многих опытов, в том числе с его собственными, имевшими целью определить числа членов в ряду для электродвижущей силы, действующей в термоэлементе<sup>9</sup>. Работы Авенариуса и установленные им закономерности сыграли большую роль в дальнейшем развитии учения о термоэлектричестве.

При дальнейшем изучении термоэлектричества теоретические интересы ученых все более стали сочетаться с практическими. В комбинации с гальванометром термоэлементы стали применяться как приборы для измерения высоких температур, а в дальнейшем и для измерения лучистой энергии и слабых переменных токов.

Самым существенным было использование термоэлементов для измерения температур, так как сравнительно легко получить термопары для измерения как очень низких, так и весьма высоких температур. По сравнению со всеми прочими термометрами термоэлемент обладает тем преимуществом, что месту спая можно придать малый объем. Термопары можно применять в случаях, когда необходимо измерять температуру в отдельных точках при неравномерном распределении температуры в измеряемом объекте.

В рецензиях на работу Авенариуса многие ученые отмечали, что в Эдинбургской лаборатории было позднее еще раз найдено то, что уже было констатировано Авенариусом в 1863 г. В своих теоретических исследованиях Тэт пренебрегает теплопроводностью и рассматривает термоэлемент как обратимую машину, исходя из уравнений Томсона. Нейман (1872) выдвинул своеобразную теорию, рассматривая электричество как жидкость, для которой можно строить своеобразный аналог закона Шар-

ля Гей-Люссака; наряду с принципом изотопного давления Нейман постулирует существование потенциала. Для объяснения «нейтральной точки» автор прибегает к гипотезе о зависимости плотности электрической жидкости от температуры<sup>10</sup>. Будде в своих термоэлектрических исследованиях (1874) стремился развить теорию Клаузиуса. Будде считает, что действие электродвижущей силы проявляется как в месте контакта двух металлов, так и внутри неравномерно нагретого металла<sup>11</sup>.

Существенно противоположной теориям Клаузиуса, Томсона, Будде была теория Кольрауша, основанная на гипотезе, что теплота во время своего продвижения по проводнику от теплого к холодному месту несет с собой определенное количество электричества и, наоборот, великое течение электричества сопровождается перемещением теплоты. При каждом протекании тепла и электричества надо при тепловом потоке, кроме температурного падения, учитывать протекающее электричество и при протекании электричества; кроме падения потенциала, учитывать действие протекающего тепла<sup>12</sup>. Вопрос о чисто механических воздействиях получил некоторое развитие в работах Туинельмана и Кона. В 1877 г. Боргман показал, что прохождение тока по железной проволоке меняет ее положение в термоэлектрическом ряду, используя мост Уитстона, в котором боковые ветви и самый мост были составлены из одинаковой железной проволоки.

Для третьего периода (1880—1900) характерно появление серьезных термодинамических теорий термоэлектрических явлений Лоренца, Дюэма, Больцмана, Планка, а также более широкий фронт экспериментальных работ и критический анализ накопившегося материала. Больцман (1887) подверг глубокой критике господствующие в то время термодинамические теории электричества. Он отмечал, что в то время как Томсон считал свою термодинамическую теорию термоэлектрических явлений лишь весьма вероятной и не вытекающей с необходимостью из второго начала термодинамики, Будде верил в то, что термоэлектрические процессы сами по себе обратимы и независимы от теплопроводности.

Больцман обратил внимание исследователей на то, что в учении о термоэлектричестве мы сталкиваемся с глубокой внутренней связью термоэлектрических явлений с теплопроводностью и последней нельзя пренебречь. Если при малых токах можно пренебречь необратимостью, связанной с выделением тепла Джоуля—Ленца, то

необратимостью вследствие теплопроводности пренебречь нельзя, поскольку обусловленный теплопроводностью поток тепла как и эффект, открытый Томсоном, пропорционален градиенту температуры и не может считаться пренебрегаемой величиной. Теория Клаузиуса—Томсона—Будде представляла замкнутую теорию, и возможность ее полного соответствия существующим экспериментам могла и не подвергаться сомнению. Однако совсем другая проблема; следует ли теория с необходимостью и достаточной строгостью из принципов термодинамики, и именно последнее Больцман считает далеко идущей экстраполяцией. Лишь точные эксперименты могут дать ответ на вопрос о характере термодинамической теории термоэлектричества. Больцман один из первых выступил с критикой. В настоящее время ясно, что первое термоэлектрическое соотношение вытекает из первого начала термодинамики лишь при обобщении как закона тепло-и электропроводности, так и самого первого начала, а второе термоэлектрическое соотношение вытекает из принципа симметрии кинетических коэффициентов, а отнюдь не из второго начала в его обычной формулировке.

Работы Клаузиуса, В. Томсона, Дюэма, Гиббса, Гельмгольца, Планка, а в России Н. А. Умова, Н. Н. Шиллера, В. В. Голыцина и других привели к развитию термодинамических методов. Последние стали распространять на физически сложные системы, определяемые многими переменными. Лоренц развивает теорию термоэлектрических явлений, исходя из предположения о переносе электричества от одного спая к другому посредством своеобразной конвекции<sup>13</sup>. На основе этих предположений Лоренц строит обратимый процесс и получает ряд термоэлектрических соотношений. У Дюэма применение термодинамического потенциала к такому сложному явлению, как термоэлектричество, вытекает из более общей задачи — построить на основе термодинамического потенциала обобщенную теорию физических процессов, которые можно рассмотреть термодинамически. Дюэм вывел основные термоэлектрические соотношения, но не получил новых результатов<sup>14</sup>.

<sup>13</sup> H. A. Lorenz. Zur Theorie der Thermoelektricität. «Wied. Ann.», 1889, Bd. 36, S. 593—624.

<sup>14</sup> P. Duhem. Le potentiel thermodynamique. Paris, 1886, p. 222; «Comptes Rendus», 1867, vol. 104, p. 1606.

<sup>15</sup> M. Planck. Zur Theorie der Thermoelektricität in metallischen Leitern. «Wied. Ann.», 1889, Bd. 36, S. 624—643, 936.

## К РАЗВИТИЮ ТЕОРИИ АДИАБАТИЧЕСКИХ ИНВARIANTОВ ЭРЕНФЕСТА

В развитии квантовой теории большую роль сыграла теория адиабатических инвариантов, созданная Эренфестом и рядом других ученых.

Планк (1889) исходит из предположения, что в системе двух соприкасающихся металлических проводников на поверхности их раздела возникает электростатическая разность потенциалов, которая не должна смешиваться с так называемым напряжением Вольты. При переходе электричества через соприкасающуюся поверхность вследствие скачка потенциала электростатическая энергия будет увеличена; следовательно, одновременно в этом месте такое же количество энергии должно исчезнуть в какой-либо другой форме<sup>15</sup>.

Помимо электростатической и тепловой энергии, Планк на основе взаимодействия электричества и движущихся молекул допускает возможность существования третьего вида энергии. При переходе заряда в другой проводник эта энергия изменяется на определенную величину, так как меняется степень взаимодействия. Поэтому сумма изменений должна войти в уравнение энергетического баланса.

По мере роста числа экспериментальных и теоретических работ (достигших к концу XIX в. свыше 600 публикаций) стали ясны многие трудности, связанные с учением о термоэлектричестве. Глубокое понимание их проявил П. Бахметьев. В 1889 г. он отметил, что хотя со дня открытия Зеебека и прошло около 70 лет, знания относительно термоэлектричества скудны, и много можно еще желать от полноты термоэлектрического ряда, так как теории термоэлектричества не достает опытных данных для обобщений отдельных явлений и не открыты еще факты, устанавливающие более тесную связь термоэлектричества с другими областями физики.

В конце XIX и начале XX в. появились возможности перехода от феноменологической и термодинамической теорий к построению микроскопических картин. Электронная и квантовая теории позволили глубже проникнуть в механизм этих сложных физических явлений, изучение которых открывает широкие научные и технические перспективы.

У. Н. Франкфурт

<sup>9</sup> M. Avenarius. O термоэлектричестве. СПб., 1864; M. Avenarius. Über elektrische Differenzen der Metalle bei verschiedenen Temperaturen. «Pogg. Ann.», 1864, Bd. CXXII, S. 193—213.

<sup>10</sup> C. Neuman n. Vorläufige Conjectur über die Ursachen der thermoelektrischen Ströme. Leipzig — Berlin, 1872, S. 49—69.

<sup>11</sup> E. Budde. Thermoelektrischen Studien. «Pogg. Ann.», 1874, Bd. CLII, S. 343.

<sup>12</sup> F. Kohlrausch. Über Thermoelektricität, Wärme und Elektrizitätsleitung. «Pogg. Ann.», 1875, Bd. CLVI, S. 601—618.

ки (тогда успехи квантовой теории потеряли бы свое значение).

Действительно, даже принято того, что существуют стационарные орбиты, двигающиеся по которым атом не излучает, не меняет положения. Вообще говоря, достаточно небольшого изменения внешних условий, в которых находится атом (магнитного или электрического полей, температуры вещества и т. д.), и электрон выйдет из стационарного состояния. Так как в нестационарном состоянии он должен излучать, испустив квант света, электрон перейдет в новое стационарное состояние. Как известно, опыт такого излучения не обнаруживает, более того, такое изменение внешних условий не влияет на быстроту процесса излучения. Теория адиабатических инвариантов показывает, что даже с точки зрения классической механики бесконечно медленное (адиабатическое) изменение внешних условий не меняет величин *действий*, которые как раз и подвергаются квантованию в теории Бора. Отсюда следует, что такое изменение внешних условий не выводит электрон из стационарного движения. Вместо с тем изменения внешних условий в большинстве случаев (например, при изменении электрического и магнитного полей) могут рассматриваться как бесконечно медленные по сравнению с движениями электронов в атоме.

Интересна история постановки вопроса о применении теории адиабатических инвариантов к квантованию систем.

В 1911 г. на I Сольвеевском конгрессе при обсуждении вопроса о поведении атомов и молекул при изменении внешних условий Лорентц<sup>1</sup> вспомнил, что он предлагал Эйнштейну аналогичную задачу, а именно, как будет вести себя маятник при бесконечно медленном изменении его длины. Эйнштейн тут же сообщил решение этой задачи. Энергия маятника будет изменяться так, что если вначале она равнялась  $h\nu$ , где  $\nu$  — начальная частота колебаний маятника, то в конце процесса энергия маятника будет равна  $h\nu_1$ , где  $\nu_1$  — частота колебаний маятника в конце процесса. Иначе говоря, величина действия  $h$ , связанного с маятником, остается при адиабатическом изменении длины маятника постоянной. Обобщая этот результат, Эйнштейн заметил, что то же самое наблюдается для тока в замкнутом электрическом проводнике, лишенном сопротивления, и для свободного излучения. Дальнейшее развитие теории адиабатических инвариан-

тов связано главным образом с работами П. С. Эренфеста — преемника Г. Лорентца на кафедре теоретической физики в г. Лейден.

В 1911 г. Эренфест<sup>2</sup> применил адиабатическую теорию к свободному излучению.

В начальный период развития квантовой теории Бора было много попыток обосновать примененные в ней принципы с точки зрения классической физики. Особенно настоятельной стала необходимость такого обоснования после того, как Зоммерфельд в 1916 г. расширил метод квантования, применив его к системам с несколькими степенями свободы. Вместе с тем принципы квантования стали еще более формальными и менее обоснованными, так как они находили свое оправдание только в согласии следствий, вытекающих из правил квантования с опытом. Одним из наиболее успешных способов обоснования квантовых условий Зоммерфельда явилась адиабатическая гипотеза Эренфеста. Обычно появление этой гипотезы относят к 1916 г.<sup>3</sup>, но во втором выпуске журнала Русского физико-химического общества<sup>4</sup> за 1914 г. появилась статья Эренфеста «Об одной механической теореме Больцмана и ее отношении к теории квантов», в которой вводится адиабатическая гипотеза и делаются попытки ее применения. Такая разница в датах имеет большое значение, так как доказывает, что гипотеза применена к квантовой теории раньше, чем было найдено, что квантоваться должна величина действия за полный период (по Зоммерфельду), и, главное, независимо от атомной модели, предложенной Бором. При этом условии Зоммерфельда было найдено как следствие теории. Эренфест исходит в своей работе из соображений, связанных с изучением абсолютно черного тела. Он замечает, что отношение

$\frac{E_p}{\nu_p}$ , где  $E_p$  — энергия  $p$ -го собственного колебания излучения в полости, а  $\nu_p$  — его частота, остается постоянным при адиабатическом сжатии полости с идеально отражающими стенками<sup>5</sup>.

Постоянство  $\frac{E_p}{\nu_p}$ , как указывает Эренфест, является основанием для чисто термодинамического вывода закона смещения Вина и квантовой гипотезы Планка. В этой работе у Эренфеста впервые появилась мысль, положенная затем в основу применения адиабатической гипотезы. Она заключалась в том, что гипотеза о ступенях

энергии  $\frac{E}{\nu} = 0; h; 2h; \dots$  согласуется с законом Вина, а следовательно, и с обратимым адиабатическим изменением системы, поэтому при таком изменении не противоречит классической механике и электродинамике (см. примечание 2 на стр. 58 рассматриваемой работы и предпоследний и последний абзац на стр. 59). Далее Эренфест распространяет теорию на периодические механические системы, указывая, что из теоремы Больцмана, Клаузиуса и Сцилли (Чили) следует, что «при адиабатическом воздействии на периодическую систему отношение средней во времени кинетической энергии к частоте остается неизменным». Рассмотрение теоремы Больцмана, Клаузиуса и Сцилли позволяет уточнить понятие адиабатического изменения системы и его связи с обратимыми адиабатическими процессами в термодинамике. Эта теорема выражается следующей формулой:

$$\Delta Q = \frac{1}{t_1 - t_0} x \times \times \left[ 2\delta \int_{t_0}^{t_1} T dt - \sum_i p_i \delta q_i \left( \frac{1}{t_1} + \frac{\delta t_1}{t_1^2} \right) \right],$$

где  $T$  — кинетическая энергия,  $p_i$  — импульсы,  $q_i$  — координаты,  $t$  — время, а  $\Delta Q$  — сообщенная системе теплота. Эта теорема верна при условии, если процесс происходит бесконечно медленно. За количество теплоты, сообщенной системе, Больцман принимал сумму приращения полной энергии системы  $\delta E$  и работы, совершенной против сил связи  $\delta \nabla$ , т. е.  $\delta Q = \delta E + \delta \nabla$ . Случай, рассматриваемый Эренфестом, имеет место при  $\Delta Q = 0$  и при условии, что последний член формулы Больцмана равен нулю. Последнее для периодических движений всегда выполняется. Условие  $\Delta Q = 0$ , означающее с точки зрения термодинамики адиабатическое изменение системы, с механической точки зрения означает, что изменение полной энергии происходит только за счет изменения связей и  $\delta E = -\delta \nabla$ . Кроме того, теорема Больцмана как механическая теорема относится к обратимым процессам. В частном случае, рассматриваемом у Эренфеста, получается  $\delta' \left( \frac{T}{\nu} \right) = \delta' \int_0^p dt \cdot T = 0$  (где  $\delta'$ , согласно Эренфесту, — варьирование при условии адиабатичности;  $T$  — средняя кинетическая энер-

гия), что последний формулирует так. «Действие, вычисленное для одного периода, остается при адиабатическом взаимодействии постоянным». Эренфест отмечает также, что если система не имеет потенциальной энергии или последние находится в постоянном отношении к кинетиче-

ской энергии, то справедливо и  $\delta' \left( \frac{E}{\nu} \right) = 0$ , где  $E$  — полная энергия. Эту теорему он применяет для распространения квантовых условий, относящихся к гармоническим колеблющимся системам, на вращающиеся системы. Такое распространение Эренфест производит, используя возможность придать диполь, гармонически колеблющемуся в сильном направляющем поле, вращательное движение, очень медленно адиабатически уменьшая напряженность поля<sup>6</sup>.

Величина  $\frac{T_0}{\nu_0} = 0; \frac{h}{2}; 2\frac{h}{2}; 3\frac{h}{2} \dots$

для гармонических колебаний не может измениться при адиабатическом изменении системы; следовательно, и соответственно для вращательного движения  $\frac{T_1}{\nu_1} = 0;$

$\frac{h}{2}; 2\frac{h}{2}; 3\frac{h}{2} \dots$  При этом Эренфест пока-

зывает, что за «соответствующий» периоду колебания период вращения нужно принять время двойного обращения. Период вращения  $p_1 = \frac{4\pi}{q}$ , где  $q$  — угол; следова-

тельно, соответствующая частота  $\nu_1 = \frac{q}{4\pi}$ .

Кинетическая энергия вращения  $T_1 = \frac{k_1 q}{2}$ ,

где  $k_1$  — момент количества движения (у автора он обозначается, как и период вращения, через  $p_1$ , что затрудняет чтение);

следовательно,  $\frac{T_1}{\nu_1} = \frac{4\pi k_1}{2}$ , а  $k_1$  может

при вращательном движении принимать значения  $0 \pm \frac{h}{4\pi}; \pm 2\frac{h}{4\pi}; \pm 3\frac{h}{4\pi}$ .

Таким образом, Эренфест для вращения вывел квантовые условия, справедливые постольку, поскольку справедливы условия Планка для гармонических систем, причём они не противоречили классической физике.

О практическом применении квантования вращающегося диполя Эренфест<sup>7</sup> пишет в «Заметке о теплоемкостях двухатомных газов», помещенной в том же выпуске журнала перед разбираемой статьей. В этой заметке сравнивается теория с эксперимен-

<sup>1</sup> «La théorie du rayonnement et les quanta». Rapports et discussions (Conseil Solvay). Paris, 1912, p. 450.

<sup>2</sup> P. Ehrenfest. «Ann. d. phys.», 1911, Bd. 36, S. 91.

<sup>3</sup> P. Ehrenfest. «Ann. d. phys.», 1916, Bd. 51, S. 327—352.

<sup>4</sup> П. С. Эренфест. ЖРФХО, ч. физ., 1914, т. 46, вып. 2, стр. 58.

<sup>5</sup> Здесь Эренфест основывается на теории Дебая 1911 г., относя энергии колебаний к стоячим волнам самого излучения; в дальнейшем же он, не оговаривая этого, переходит к планковскому способу рассмотрения излучения, однако такой переход легко было бы обосновать.

<sup>6</sup> П. С. Эренфест. ЖРФХО, 1914, т. 46, вып. 2, стр. 60.

<sup>7</sup> Наглядным примером такой системы может служить маленькая магнитная стрелка в поле сильного магнита. Если медленно удалять магнит, то амплитуда колебаний стрелки увеличивается и в некоторый момент ее движение перейдет во вращательное.

<sup>8</sup> В журнале опечатка: вместо знака равенства (=) стоит знак плюс (+).

<sup>9</sup> П. С. Эренфест. ЖРФХО, 1914, т. 46, вып. 2, стр. 51.

том и показан удовлетворительный характер теории.

Свой пример Эренфест рассматривал как прецедент для отыскания более общих «квантовых» систем. В заключение Эренфест затрагивает вопрос о применении адиабатической гипотезы для статистического рассмотрения, в частности для определения того, какие области фазового пространства следует считать равновесными. Но в этом отношении он далеко не постановил вопроса не идет. Подробное рассмотрение вопроса мы встречаем в статье Эренфеста<sup>10</sup> «К теореме Больцмана о связи энтропии с вероятностью. 1».

Таким образом, очевидно, что Эренфест уже в 1914 г. применил адиабатические инварианты к квантовой теории, причем рассмотренная работа интересна как попытка найти общий метод для определения величин, которые должны подвергаться квантованию, с использованием минимального количества гипотез. Анализ этой работы Эренфеста показывает, что он уже имел все необходимые данные для применения своей гипотезы о квантовании адиабатических инвариантов к атомной системе.

В 1916—1917 гг. теория адиабатических инвариантов в работах П. С. Эренфеста, Н. М. Бургера<sup>11</sup> и Ю. А. Круткова<sup>12</sup> обобщена на системы с многими степенями свободы. Однако их методы позволяли только убедиться, рассмотрев ту или иную величину, является ли она адиабатически инвариантной или нет, но не давали возможности разыскивать новые адиабатические инварианты. Задача эта была разрешена в 1921 г. Ю. Крутковым<sup>13</sup>, разработавшим последовательную теорию, которая позволяла находить новые адиабатические инварианты для широкого класса систем, следовательно, указывала, как эти системы могут быть проквантованы в рамках теории Бора — Зоммерфельда.

С созданием квантовой механики в 1925—1926 гг. теория Ю. Круткова утратила свое значение. Казалось, что вообще теория адиабатических инвариантов не имеет значения для квантовой механики. Например, в физическом словаре издания 1936 г. В. Фок<sup>14</sup> писал, что в квантовой механике «адиабатическая гипотеза становится ненужной, так как найдено стационарных состояний происходит безо всяких принципиальных затруднений на основе уравнения Шредингера, а роль адиабатической теоремы сравнительно невелика». Чтобы

установить, справедливо ли это предположение, необходимо четко разграничить адиабатическую гипотезу от адиабатической теоремы. Адиабатическая гипотеза заключается в том, что квантоваться, т. е. приравняться целому кратному квантов действия, должны величины, являющиеся адиабатическими инвариантами. С появлением квантовой механики адиабатическая гипотеза становится совершенно излишней.

Адиабатическая теорема заключается в том, что система, находящаяся в некотором квантовом состоянии, не может перейти в другое квантовое состояние. В такой формулировке эта теорема справедлива не только в теории Бора, но и в квантовой механике. Ее математическое выражение в квантовой механике заключается в том, что при адиабатическом воздействии на систему функция  $\psi$ , определяющая состояние системы, не меняет своего вида, а энергетические уровни системы, хотя и меняются при адиабатическом воздействии непрерывным образом, но система благодаря такому воздействию не переходит из одного состояния в другое. Эта адиабатическая теорема была доказана в 1926 г. Ферми и Персио<sup>15</sup> и независимо от них М. Борном<sup>16</sup> и обобщена в 1928 г. Борном и Фоком<sup>17</sup>. Вопросы упомянутому утверждению, эта теорема имеет большое практическое значение для обоснования теории возмущений квантовой механики.

Теория возмущений, разработанная Шредингером, основана на предположении о непрерывном изменении волновой функции и непрерывном изменении энергетических уровней. Это, и только это, делает возможным разложение волновой функции и энергии в степенной ряд по малому параметру.

В связи с изложенным, критерием применимости метода возмущения Шредингера является близость процесса возмущения к адиабатическому.

Как мы знаем, процессы, к которым обычно применяют теорию возмущения (или ине электрического магнитного поля и т. д.), действительно протекают очень медленно по сравнению с процессами, протекающими внутри атома, т. е. могут рассматриваться как адиабатические. Это рассуждение физически обосновывает применение теории возмущения к квантово-механическим проблемам.

Л. А. Глебов

## К ИСТОРИИ ДИНАМИКИ НЕГОЛОНОМНЫХ СИСТЕМ

Неголономной механической системой, как известно, называется материальная система с дифференциальными неинтегрируемыми связями. Это название впервые введено в науку Герцем в сочинении «Принципы механики»<sup>1</sup>, опубликованном в 1894 г.

Главное отличие неголономных систем от голономных в том, что в то время как движение голономной системы описывается уравнениями Лагранжа второго рода

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i \quad (1)$$

при  $i = 1, 2, \dots, N$ ,

движение неголономной системы характеризуется более сложной системой дифференциальных уравнений.

Одним из наиболее известных примеров неголономной механической системы является шар, выпущенный под действием приложенных сил катиться без скольжения по неподвижной плоскости. Вообще задачи о качении без скольжения одной поверхности по другой в большинстве случаев представляют примеры неголономных систем.

Неголономной механикой начали заниматься еще Лагранж<sup>2</sup> (1788) и М. В. Остроградский<sup>3</sup> (1838), однако качественное различие между неголономными и голономными системами обнаружено лишь на рубеже XIX и XX вв. Это открытие составило эпоху в развитии динамики неголономных систем и, естественно, послужило толчком для многочисленных исследований в данной области науки.

С точки зрения развития неголономной механики XIX век можно рассматривать как период исканий правильных и эффективных методов разрешения соответствующих проблем.

В 1838 г. М. В. Остроградский<sup>4</sup> получил уравнения движения, справедливые для любой несвободной материальной системы, в том числе и неголономной. Эти уравнения

содержат множители связей и составлены в декартовых координатах, поэтому они неудобны для практических приложений.

В 1872 г. П. Феррерс<sup>5</sup> сделал попытку составить уравнения движения неголономной системы, не содержащие неопределенных множителей Лагранжа, однако он не смог полностью освободиться от декартовых координат. Приведенное им для иллюстрации решение задачи о качении без скольжения обруча по неподвижной плоскости очень громоздко.

Уравнения движения неголономной материальной системы в обобщенных координатах впервые составил Е. Раус<sup>6</sup> в 1884 г., но эти уравнения, как и уравнения Остроградского, содержат множители связей и неудобны для решения задач.

Именно этим объясняется то, что в приложениях, которые мы находим у Рауса<sup>7</sup>, автор пользуется не собственными уравнениями, а общими теоремами динамики. Раус решает задачи о качении шара по произвольной поверхности, о качении тяжелого твердого тела произвольной формы и, в частности, тела вращения по горизонтальной плоскости. Задачу о качении без скольжения тяжелого однородного шара по цилиндрической поверхности с циклоидальным сечением он приводит к квадратурам. До конца он решает и задачу о качении без скольжения тела вращения по плоскости, когда точка касания описывает параллель.

В 1892 г. Д. К. Бобылев<sup>8</sup> приводит полное решение задачи о качении без скольжения по неподвижной горизонтальной плоскости однородного тяжелого шара с гироскопом внутри и центром тяжести в центре шара, выражая все параметры в эллиптических функциях времени.

Систематическое изложение вопроса о качении одного тела по поверхности другого мы находим в обширной статье Фирканта в 1892 г.

Решения названных авторов не содержат ошибок. Однако история неголономной механики знает и немало ошибок выдающихся ученых, например, К. Неймана<sup>9</sup>,

<sup>1</sup> Г. Герц. Принципы механики, изложенные в новой связи. М., Изд-во АН СССР, 1949.

<sup>2</sup> Ж. Лагранж. Аналитическая механика, т. 1. М.—Л., ГИИТ, 1938.

<sup>3</sup> М. В. Остроградский. Избранные труды. Л., Изд-во АН СССР, 1958.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> N. M. Ferrers. Extension of Lagrange's equations. «The Quarterly Journ. of pure and appl. Math.», 1872, vol. 12, № 45, p. 1—5.

<sup>6</sup> E. Routh. Advanced part of a Treatise on the Dynamics of a System of Rigid Bodies. London, 1884.

<sup>7</sup> Там же.

<sup>8</sup> Д. К. Бобылев. О шаре с гироскопом внутри, катящемся по горизонтальной плоскости без скольжения. «Матем. сб.», т. 16, М., 1892, стр. 1—4.

<sup>9</sup> C. Neumann. Über die rollende Bewegung einer Körpers auf einer gegebenen Horizontalebene unter dem Einfluss der Schwere. «Math. Annalen», 1886, Bd. 27, S. 478—505.

<sup>10</sup> П. С. Эренфест. ЖРФХО, 1914, т. 46, вып. 8; см. также «Phys. Zeitschr.», 1914, Bd. 15, S. 657.

<sup>11</sup> I. M. Burgers. «Phys. Mag.», 1917, vol. 33, p. 514.

<sup>12</sup> J. K r u t k o w. «Proc. Amsterdam Acad.», 1918, Bd. 21, S. 1112.

<sup>13</sup> Ю. А. Крутков. ЖРФХО, 1921, т. 50, Берлин, стр. 83.

<sup>14</sup> «Физический словарь», т. 1, ОНТИ, 1936, стр. 61.

<sup>15</sup> E. Fermi, F. Persico. «Rend. Lincei», 1926, vol. 4, p. 452.

<sup>16</sup> M. Born. «Zs. f. Phys.», 1926, Bd. 40, S. 167.

<sup>17</sup> M. Born, V. Fock. «Zs. f. Phys.», 1928, Bd. 51, S. 165.



Е. Линделефа<sup>10</sup>, Г. Схоутена<sup>11</sup>, Ф. Клейна<sup>12</sup>, Е. Уиттекера<sup>13</sup>, П. Апеля<sup>14</sup> и др.

Эти ошибки вызваны тем, что указанные ученые не учитывали специфики неголономных систем.

Нейман<sup>15</sup>, рассматривая в 1886 г. задачу о качении без скольжения тяжелого твердого тела произвольной конфигурации по неподвижной горизонтальной плоскости, незаконно применил для ее решения уравнения Лагранжа второго рода. Аналогично поступил и Линделеф<sup>10</sup> в 1895 г., решая более частную задачу о качении без скольжения тяжелого твердого тела вращения по неподвижной горизонтальной плоскости.

Нейман и Линделеф, учитывая неголономные связи при составлении выражения кинетической энергии тела, ошибочно думали, что они уже исключили неголономность и поэтому могут написать уравнения движения тела в форме Лагранжа. Естественно, что полученные ими таким образом системы уравнений оказались проще истин-

ных. Кажущийся успех Линделефа настолько понравился Апелю<sup>14</sup>, что он поместил его решение в виде иллюстрации к уравнениям Лагранжа второго рода в первом издании своего учебника по теоретической механике. Свою оплошность он заметил лишь в 1898 г. Быть может, именно этот случай вызвал интерес Апеля к динамике неголономных систем и явился, таким образом, причиной блестящих результатов, полученных выдающимся французским математиком после первой неудачи.

Основоположающими в создании неголономной механики являются работы С. А. Чаплыгина<sup>16</sup>, В. Вольтерра<sup>17</sup>, П. Апеля<sup>14</sup>, П. В. Воронца<sup>18</sup> и Г. Гамеля<sup>19</sup>. Имя С. А. Чаплыгина широко известно в связи с его гениальными открытиями в области аэродинамики. Значительно менее распространены его исследования в области динамики неголономных систем. Вместе с тем, именно С. А. Чаплыгину принадлежат фундаментальные работы по неголо-

номной механике и ряд существенных результатов, полученных им в этой области науки. Ряд важных результатов Апель, Воронец и Гамель получили позднее, хотя и другими методами.

По динамике неголономных систем С. А. Чаплыгин написал лишь четыре статьи, но содержащиеся в них идеи повлияли на развитие этой области механики, расширив круг изучаемых вопросов и углубив методы их исследования. Интересно отметить, что импульсом к занятиям Чаплыгина неголономной механикой послужила названная работа Э. Линделефа<sup>10</sup>. Заметив ошибку немецкого ученого, Чаплыгин<sup>16</sup> в 1895 г. нашел правильное решение задачи и впервые в истории науки составил дифференциальные уравнения движения механической системы в обобщенных голономных координатах при наличии неголономных связей и равного числа циклических координат. Такие системы называются системами Чаплыгина. Оказывается, что почти все известные до настоящего времени неголономные системы являются системами Чаплыгина. Уравнения, соответствующие этим системам и неголономным связям

$$\dot{q}_s = \sum_{\lambda=m+1}^N B_{\lambda s} \dot{q}_\lambda \quad (2)$$

при  $s = 1, 2, \dots, m$ ,

имеют вид

$$\frac{d}{dt} \frac{\delta \theta}{\delta \dot{q}_i} - \frac{\delta \theta}{\delta q_i} = \frac{\delta U}{\delta q_i} + \sum_{v=1}^m \frac{\delta T}{\delta \dot{q}_i} \sum_{k=m+1}^N \left( \frac{\delta B_{iv}}{\delta \dot{q}_k} - \frac{\delta B_{kv}}{\delta \dot{q}_i} \right) = 0 \quad (3)$$

при  $i = m+1, m+2, \dots, N$ ,

где  $q_1, q_2, \dots, q_m$  — циклические координаты, не входящие в выражения силовой функции  $U$ , кинетической энергии системы  $T$  и коэффициенты  $B_{\lambda s}$ ;  $\theta$  — результат исключения  $q_1, q_2, \dots, q_m$  из выражения кинетической энергии системы на основании (2);  $N$  — число обобщенных координат, характеризующих конфигурацию системы.

Уравнения Чаплыгина характерны тем, что они составляют автономную систему, независимую от уравнений неголономных связей (2) так, что если из (3) найти  $q_i(t)$  при  $i = m+1, \dots, N$ , то уравнения (2) дадут возможность определить остальные циклические координаты  $q_s(t)$  ( $s = 1, 2, \dots, m$ ).

Очевидно, что уравнения Чаплыгина

(3) превращаются в уравнения Лагранжа (1), если связи (2) интегрируемы, т. е.

$$\frac{\partial B_{iv}}{\partial \dot{q}_k} - \frac{\partial B_{kv}}{\partial \dot{q}_i} = 0 \quad \text{при}$$

$i, k = m+1, \dots, N; v = 1, 2, \dots, m$ .

В ближайшее десятилетие после открытия С. А. Чаплыгина его уравнения были обобщены в двух направлениях: во-первых, на общий случай механической системы, когда голономные параметры  $q_s$  ( $s = 1, 2, \dots, m$ ) не являются циклическими, приложенные силы неконсервативны и связи нестационарны; во-вторых, при отсутствии ограничений относительно движущейся системы на случай квази-координат.

Обобщенные уравнения неголономной системы в голономных координатах составил в 1901 г. П. В. Воронец<sup>18</sup>. Они имеют следующий вид:

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial \theta}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial \theta}{\partial q_i} = Q_i + \sum_{v=1}^m B_{vi} \left( Q_v + \frac{\partial \theta}{\partial q_v} \right) + \sum_{v=1}^m \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_v} \left( \sum_{k=m+1}^N A_{ik}^v \dot{q}_k + A_i^v \right) \quad \text{при } i = m+1, m+2, \dots, N, \quad (4)$$

$$\dot{q}_s = \sum_{\lambda=m+1}^N B_{\lambda s} \dot{q}_\lambda + B_s, \quad (5)$$

$$A_{ik}^v = \left( \frac{\partial B_{vi}}{\partial \dot{q}_k} + \sum_{\mu=1}^m B_{\mu k} \frac{\partial B_{vi}}{\partial \dot{q}_\mu} \right) - \left( \frac{\partial B_{vk}}{\partial \dot{q}_i} + \sum_{\mu=1}^m B_{\mu i} \frac{\partial B_{vk}}{\partial \dot{q}_\mu} \right), \\ A_i^v = \left( \frac{\partial B_{vi}}{\partial t} + \sum_{\mu=1}^m B_{\mu i} \frac{\partial B_{vi}}{\partial \dot{q}_\mu} \right) - \left( \frac{\partial B_v}{\partial \dot{q}_i} + \sum_{\mu=1}^m B_{\mu i} \frac{\partial B_v}{\partial \dot{q}_\mu} \right),$$

где  $B_{\lambda s}, B_s$  — данные функции  $t$  и  $q_\alpha$  (при  $\alpha = 1, 2, \dots, N$ ).

В отличие от уравнений Чаплыгина, уравнения Воронца (4) вместе с уравнениями неголономных связей (5) составляют совокупную систему дифференциальных уравнений относительно обобщенных координат. Для систем Чаплыгина они превращаются в уравнения (3).

Дифференциальные уравнения движения неголономной системы в неголономных

<sup>10</sup> E. Lindelöf. Sur le mouvement d'un corps de révolution roulant sur un plan horizontal. «Acta Soc. Scient. Fennicae», 1895, vol. 20, № 10, p. 1—18.

<sup>11</sup> G. Schouten. Over de rollende beweging van een Omwentelingslichaam op een vlak. Verlagen der K. Akad. van Wet. te Amsterdam. «Proceedings», 1899, vol. 5, p. 1—10.

<sup>12</sup> F. Klein. Zur Schraubentheorie von sir Robert Ball. «Zeitschrift für Math. und Phys.», 1902, Bd. 47, S. 237—285.

<sup>13</sup> E. T. Whittaker. A Treatise on the analytical of particles and rigid Bodies. Cambridge, 1927.

<sup>14</sup> P. Appell. Traité de Mécanique rationnelle, t. II. Paris, 1896.

<sup>15</sup> C. Neumann. Über die rollende Bewegung...

<sup>16</sup> E. Lindelöf. Sur le mouvement d'un corps...

<sup>17</sup> P. Appell. Traité de Mécanique...

<sup>18</sup> С. А. Чаплыгин. Исследования по динамике неголономных систем. М.—Л., ГИИТЛ, 1949.

<sup>19</sup> V. Volterra. Sopra una classe di equazioni dinamiche. «Atti della R. Accad. delle Scien. di Torino», 1898, vol. 33, p. 255—280; Sulla integrazione di una classe di equazioni dinamiche. «Atti della R. Accad. delle Scien. di Torino», p. 342—359; Sugli integrali lineari dei moti spontanei a caratteristiche indipendenti. «Atti della R. Accad.», 1900, vol. 35, p. 112—119.

<sup>20</sup> P. Appell. Sur une forme générale des équations de la dynamique. «Mémorial des sci. Math.», Fasc. 1, Paris, 1925.

<sup>21</sup> П. В. Воронец. Об одном преобразовании уравнений динамики. «Киев. ун-тские изв.», 1902, № 7, стр. 1—14; Вывод уравнений движения тяжелого твердого тела, катящегося без скольжения по горизонтальной плоскости. Там же, 1901, № 11, стр. 1—17; Уравнения движения твердого тела, катящегося без скольжения по неподвижной плоскости. Там же, 1903, № 1, стр. 1—66; № 4, стр. 67—152; Преобразование уравнений динамики с помощью линейных интегралов движения (с приложением к задаче об  $n$ -телах). Там же, 1907, № 1, стр. 1—82; № 2 стр. 83—180; К задаче о движении твердого тела, катящегося без скольжения по данной поверхности под действием данных сил. Там же, 1910, № 10, стр. 101—111; Дифференциальные уравнения движения твердого тела по отношению к среде, имеющей произвольно заданное движение. Там же, 1912, № 7, стр. 1—40; Об уравнениях движения для неголономных систем. «Матем. сб.», 1901, т. 22, № 4, стр. 659—686; Über die rollende Bewegung einer Kreisscheibe auf einer beliebigen Fläche unter der Wirkung von gegebenen Kräften. «Math. Annalen», 1909, Bd. 67, S. 268—280; Über die Bewegung eines starren Körpers, der ohne Gleitung auf einer beliebigen Fläche rollt. «Math. Annalen», 1911, Bd. 70, S. 410—453; Über die Bewegungsgleichungen eines starren Körpers. «Math. Annalen», 1911, Bd. 71, S. 392—403; Пример на движение неслободного твердого тела. «Изв. Крымск. ун-та», Зап. матем. каб., 1921, т. 3, стр. 176—186.

<sup>22</sup> G. Hamel. Die Lagrange-Eulerschen Gleichungen der Mechanik. «Zeitschrift für angew. Math. und Mechanik», 1904, Bd. 50, S. 1—57; Über virtuellen Verschiebungen in der Mechanik. «Math. Annalen», 1904, Bd. 59, S. 416—434; Über die Grundlagen der Mechanik. «Math. Annalen», 1909, Bd. 86, S. 350—397; Über nichtholonome Systemen. «Math. Annalen», 1924, Bd. 92, S. 33—41; Das Hamiltonsche Prinzip bei nichtholonomen Systemen. «Math. Annalen», 1935, Bd. 111, S. 94—97; Nichtholonome Systeme höherer Art. «Sitz. der Berliner Math. Gesell.», 1938; Theoretische Mechanik. Berlin, 1949.

<sup>23</sup> E. Lindelöf. Sur le mouvement d'un corps...

<sup>24</sup> С. А. Чаплыгин. Исследования по динамике неголономных систем...

<sup>25</sup> П. В. Воронец. Об одном преобразовании уравнений динамики...

координатах можно представить в виде

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{\pi}_\lambda} - \frac{\partial T}{\partial \pi_\lambda} = \Pi_\lambda - \sum_{\mu, \nu=1}^N \gamma_{\lambda\mu}^{\nu} \frac{\partial T}{\partial \pi_\mu} \pi_\nu$$

$$\text{при } \lambda = m+1, m+2, \dots, N; \quad (6)$$

$$\pi_s = 0 \text{ при } s = 1, 2, \dots, m. \quad (7)$$

Здесь  $\pi_\lambda$  — неголономные координаты, определяющиеся соотношениями

$$d^* \pi_\lambda = \sum_{i=1}^N \alpha_{\lambda i} dq_i, \quad dq_i = \sum_{\lambda=1}^N \beta_{i\lambda} d^* \pi_\lambda,$$

где  $\pi_\lambda = \frac{d^* \pi_\lambda}{dt}$  — «производная» от неголономной координаты по времени;

$\frac{\partial f}{\partial \pi_\lambda} = \sum_{i=1}^N \beta_{i\lambda} \frac{\partial f}{\partial q_i}$  — «производная» от функции по неголономной координате;

$$\gamma_{\lambda\mu}^{\nu} = \sum_{i, k=1}^N \left( \frac{\partial \alpha_{\nu k}}{\partial q_i} - \frac{\partial \alpha_{\nu i}}{\partial q_k} \right) \beta_{k\lambda} \beta_{i\mu}$$

$$\Pi_\lambda = \sum_{i=1}^N \beta_{i\lambda} Q_i.$$

Как и в общем случае голономных координат, система уравнений (6) и (7), вообще говоря, не подразделяется на две автономные системы. Этим свойством, как указывалось, обладают только уравнения Чаплыгина.

Уравнения движения в форме (6) и квази-координатах впервые составил В. Вольтерра<sup>26</sup> в 1896 г., а затем несколько другим способом П. В. Воронец<sup>27</sup> в 1901 г., Л. Больцман<sup>28</sup> в 1902 г. и Г. Гамель<sup>29</sup> в 1904 г. Однако при составлении выражения кинетической энергии эти ученые учитывали уравнения неголономных связей на различных этапах вывода своих уравнений. Поэтому, хотя вид уравнений движения получается в конечном

счете один и тот же, но выражения  $T$ ,  $\frac{\partial T}{\partial \pi_\lambda}$ ,  $\frac{\partial T}{\partial \pi_\lambda}$  в этих уравнениях соответственно отличаются одно от другого: В. Вольтерра

и П. В. Воронец преобразуют эти величины при помощи уравнений неголономных связей в начале вывода, а Больцман и Гамель оставляют их преобразованными до конца вывода своих уравнений.

Как указывает В. В. Доброправов<sup>30</sup>, в связи с этим возникает вопрос о законности игнорирования неголономных связей на первичных этапах вывода. Этот вопрос до настоящего времени остается открытым. Не решая этого вопроса по существу, Доброправов предлагает исключить указанное различие в выражениях кинетической энергии путем введения неголономных параметров  $\pi_s$  (нормальных координат), чтобы преобразованная кинетическая энергия представлялась в виде

$$T = \sum_{s=1}^N A_s \pi_s^2. \quad (8)$$

Следует отметить, что уравнения движения неголономных систем в голономных и неголономных координатах имеют одну и ту же структуру. В эти уравнения, как и в уравнения Лагранжа второго рода, входит некоторая квадратичная функция  $T$  обобщенных скоростей — дифференциальное выражение первого порядка.

В 1899 г. Аппель<sup>31</sup> получил уравнения движения механической системы, отличные от указанных. Эти уравнения, справедливые как для голономных, так и для неголономных связей, как для истинных, так и для квази-координат, в отличие от уравнений Чаплыгина, Вольтерра, Воронца и других названных авторов, требуют для составления предварительного определения некоторой квадратичной функции  $S$  не обобщенных скоростей, а обобщенных ускорений, т. е. не дифференциального выражения первого порядка, а дифференциального выражения второго порядка. Уравнения Аппеля имеют весьма простую форму

$$\frac{\delta S}{\delta q_i} = Q \quad (i = 1, 2, \dots, N). \quad (9)$$

Эти уравнения дали возможность автору изучить ряд новых и чрезвычайно важных вопросов неголономной механики, а также пересмотреть уже решенные ранее вопросы с новой точки зрения.

В 1903 г. Аппель нашел новую форму уравнений движения неголономных систем

в голономных координатах

$$\frac{d}{dt} \frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i + \Delta_i$$

$$\text{при } i = 1, 2, \dots, N. \quad (10)$$

Здесь

$$\Delta_i = \frac{\partial E}{\partial q_i} - 2 \frac{\partial T}{\partial q_i} - \Psi_i,$$

где

$$E = \sum_{\alpha=1}^N \Psi_\alpha \dot{q}_\alpha,$$

а  $\Psi_i$  — квадратичные функции обобщенных скоростей с коэффициентами, зависящими от обобщенных координат и определяемыми по формуле

$$S = \varphi + \sum_{\alpha=1}^N \Psi_\alpha \dot{q}_\alpha,$$

в которой  $S$  — энергия ускорений,  $\varphi$  — однородная квадратичная форма от обоб-

щенных ускорений. Аппель показывает, что корректирующие члены  $\Delta_i$  носят характер гироскопических сил.

Дальнейшее развитие уравнения движения получил в работах П. Ценова<sup>32</sup>, Г. Вранчану<sup>33</sup>, А. Пшеборского<sup>34</sup>, М. Ф. Шульгина<sup>35</sup> и др.

Пользуясь уравнениями движения, П. В. Воронец<sup>36</sup> и П. Аппель<sup>37</sup> рассмотрели решение задач, относящихся к качению без скольжения одного тела по неподвижной поверхности другого. Некоторые из них решены ранее классическими методами другими авторами (Е. Раусом<sup>38</sup>, Д. К. Бобылевым<sup>39</sup>, К. Нейманом<sup>40</sup>, С. А. Чаплыгиным<sup>41</sup>, Д. Кортевегом<sup>42</sup>). В более позднее время решением подобных задач занимались также И. Я. Штаерман<sup>43</sup> (1916) и Х. М. Мунитарни<sup>44</sup> (1933).

Дальнейшее развитие теории качения твердых тел позволило получить исследование вопросов приложения этой теории к технике. Основные работы в этом направлении относятся главным образом к последнему времени. Здесь следует упомянуть исследования о движении велосипеда (Е. Карвалло<sup>45</sup>, 1900), мотоцикла (И. И. Метели-

<sup>26</sup> J. T s e n o f f. Sur les équations générales du mouvement des systèmes matériels non holonomes. «Journ. de Math. pures et appl.», 1920, vol. 2, p. 245—263; Sur les équations du mouvement des systèmes matériels non holonomes. «Math. Annalen», 1924, Bd. 91, S. 161—168; Sur les percussions appliquées aux systèmes matériels. «Math. Annalen», 1925, Bd. 92, S. 42—57; Sur le mouvement des systèmes non holonomes. «Journ. de Math. pures et appl.» 1925, vol. 4, p. 193—207; Об одной новой форме уравнений аналитической динамики. «Докл. АН СССР», новая серия, 1953, т. 89, № 1, стр. 21—24. О некоторых преобразованиях уравнений движения и о геодезических траекториях механических систем. Там же, 1953, т. 89, № 2, стр. 225—228; О принципе Гаусса наименьшего принуждения. Там же, 1953, т. 89, № 3, стр. 415—418; Об интегральных вариационных принципах аналитической динамики. Там же, 1953, т. 89, № 4, стр. 623—626; Sur une transformations des équations du mouvement des systèmes matériels. «Comptes Rendus de l'Acad. Bulgare des sci.», 1956, vol. 9, № 3, p. 5—7; Новые уравнения аналитической динамики, «Bulletin. instit. polytechnic Jasi», 1959.

<sup>27</sup> G. V r a n c e a n u. Les espaces non holonomes et leurs applications mécaniques. «Mémoires des Sci. Math.», Paris, 1936, Fasc. 76.

<sup>28</sup> A. P r z e b o r s k i. Die allgemeinsten Gleichungen der klassischen Dynamik. «Math. Zeitschrift», 1932, Bd. 36, S. 184—194.

<sup>29</sup> М. Ф. Ш у л ь г и н. О некоторых дифференциальных уравнениях аналитической динамики. Ташкент, Изд-во САГУ, 1958.

<sup>30</sup> П. В. Воронец. Об одном преобразовании уравнений динамики.

<sup>31</sup> P. A p p e l l. Sur une forme générale des équations de la dynamique...

<sup>32</sup> E. R o u t h. Advanced part of a Treatise on the Dynamics of a System of Rigid Bodies...

<sup>33</sup> Д. К. Бобылев. О шаре с гироскопом внутри...

<sup>34</sup> C. N e u m a n n. Beiträge zur analytischen Mechanik. «Abhandl. der K. Sächs. Gesell. der Wiss. zu Leipzig», Math.-Phys. Kl., 1899, Bd. 51, S. 371—444.

<sup>35</sup> С. А. Чаплыгин. Исследования по динамике неголономных систем...

<sup>36</sup> D. J. K o r t e w e g. Über eine ziemlich verbreitete unrichtige behandlungsweise eines problemes der rollenden bewegung, über die theorie dieser bewegung, und insbesondere über kleine rollende schwingungen um eine gleichgewichtslage. «Nieuw Archief voor Wiskunde», Bd. 4, № 2, S. 130—155; Extrait d'une lettre à M. Appell. VIII. 1899. «Rend. del circ. mat. di Palermo», 1900, vol. 14, p. 7—8.

<sup>37</sup> И. Я. Штаерман. Дифференциальные уравнения движения пластины, катящейся без скольжения по неподвижной поверхности. «Киев. ун-тские изв.», 1915, т. 1, стр. 29—47.

<sup>38</sup> Х. М. Мунитарни. О катании тяжелого твердого тела вращения по неподвижной горизонтальной плоскости. «Матем. сб.», 1932, т. 39, № 1—2, стр. 105—126.

<sup>39</sup> E. C a r v a l l o. Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette. «Journ. de l'Ecole Polytechnique», 1900, vol. 5; 1901, vol. 6.

<sup>40</sup> И. Я. Штаерман. Дифференциальные уравнения движения пластины, катящейся без скольжения по неподвижной поверхности. «Киев. ун-тские изв.», 1915, т. 1, стр. 29—47.

<sup>41</sup> Х. М. Мунитарни. О катании тяжелого твердого тела вращения по неподвижной горизонтальной плоскости. «Матем. сб.», 1932, т. 39, № 1—2, стр. 105—126.

<sup>42</sup> E. C a r v a l l o. Théorie du mouvement du monocycle et de la bicyclette. «Journ. de l'Ecole Polytechnique», 1900, vol. 5; 1901, vol. 6.

цзин<sup>46</sup>, 1948), автомобиля (И. С. Линейкин<sup>47</sup>, 1939, И. И. Метелицын<sup>48</sup>, 1952—1953), железнодорожного состава (А. Н. Обморшев<sup>49</sup>, 1953), шасси самолета (М. В. Келдыш<sup>50</sup>, 1945), а также исследования о счетно-решающих устройствах (А. Д. Билимович<sup>51</sup>, 1915; А. И. Кухтенко<sup>52</sup>, 1954), о врубовых машинах (А. И. Кухтенко<sup>53</sup>, 1954) и электричес-

ких машинах (Е. Карвалло<sup>54</sup>, 1902; Г. Крон<sup>55</sup>, 1932—1942; А. Н. Миллях<sup>56</sup>, 1954; А. В. Гапонов<sup>57</sup>, 1955).

Применение тензорных методов к неголономной механике привело к появлению новой области геометрии — неголономной геометрии. Здесь известны работы Г. Вранческу<sup>58</sup>, З. Горака<sup>59</sup>, И. Синдзя<sup>60</sup>,

<sup>46</sup> И. И. Метелицын. К вопросу о качении колеса с эластичной шиной. «Докл. АН СССР», новая серия, 1948, т. 61, № 3, стр. 449—452; Устойчивость движения мотоцикла. «Труды Воен. акад. бронетанк. и механизир. войск. Советской Армии», 1948, т. 9, стр. 45—98.

<sup>47</sup> И. С. Линейкин. О качении автомобиля. «Труды Саратов. автодорожного института», 1939, т. 5, стр. 3—22.

<sup>48</sup> И. И. Метелицын. Устойчивость движения автомобиля. «Укр. матем. журн.», 1952, т. 4, № 3, стр. 323—338; 1953, т. 5, № 1, стр. 80—92.

<sup>49</sup> А. Н. Обморшев. Колебания и устойчивость неголономных систем. В сб.: «Механика». Изд. МВТУ, т. 50, 1955, стр. 75—96.

<sup>50</sup> М. В. Келдыш. Шасси переднего колеса трехколесного шасси. «Труды ЦАГИ», 1945, т. 564, стр. 1—33.

<sup>51</sup> А. Д. Билимович. Приборы для интегрирования, как звенья неголономного механизма. «Киев. ун-тские изв.», 1915, т. 10, стр. 45—52.

<sup>52</sup> О. У. Кухтенко. Про один тип динамических систем с неголономными вязями. «Докл. УРСР», 1954, т. 2, стр. 148—151.

<sup>53</sup> О. У. Кухтенко. Рівняння руху автоматично регульованої врубової машини з плавною подачею. «Докл. УРСР», 1954, т. 3, стр. 230—234; Стійкість руху автоматично регульованої врубової машини з плавною подачею. Там же, 1954, т. 4, стр. 300—304; Про теорію малих коливань і стійкість руху систем з неголономними зв'язками. «Прикладна механіка», 1955, т. 1, № 2, стр. 205—223.

<sup>54</sup> E. Cartan. L'électricité déduite de l'expérience et ramenée au principe des travaux virtuels. «Scientia», Phys.-math., Paris, 1902, № 19.

<sup>55</sup> G. Kron. Discussion of Summers' paper: Vector Theory of Circuits Involving Synchronous Machines. «Transactions A. I. E. E.», 1932, vol. 6, p. 325; Non-Riemannian Dynamics of Rotating Electrical Machinery. «Journ. of Math. and Phys.», 1934, vol. 13, p. 103—194; The Application of Tensors to the Analysis of Rotating Electrical Machinery. «Gener. Electr. Review (1935—1938)»; Tensor Analysis of Multielectrode-Tube Circuits. «Electr. Engineering», 1936, p. 1220; Quasi-holonomic Dynamical Systems. «Phys. Zeitschrift», 1936, vol. 7, p. 143—152; Analyse tensorielle appliquée à l'Art de l'Ingénieur. «Bull. de l'Assoc. des Ingénieurs Electriciens». Liège, 1936—1937; Invariant Form of the Maxwell-Lorentz Field Equations for Accelerated Systems. «Journ. of Appl. Physics», 1938, p. 196; Tensor analysis of networks. New York, 1939; A short course in Tensor Analysis for electrical engineers. New York, 1942; The Application of tensors to the analysis of rotating electrical machinery. New York, 1942.

<sup>56</sup> А. Н. Миллях. Основы теории электродинамических систем с тремя степенями свободы. Киев, Изд-во АН УССР, 1956.

<sup>57</sup> А. В. Гапонов. Преобразование уравнений движения динамической системы при наложении идеальных связей. «Труды Горьк. политехи. ин-та», 1955, т. 11, № 1, стр. 75—83; Электромеханические системы со скользящими контактами и динамическая теория электрических машин. В сб.: «Памяти А. А. Андропова». М., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 196—214; Неголономные системы С. А. Чаплыгина и теории коллекторных электрических машин. «Докл. АН СССР», 1952, т. 87, стр. 401.

<sup>58</sup> G. Vranceanu. Les espaces non holonomes et leurs applications mécaniques. «Mémorial des Sci. Math.», Paris, 1936, Fasc. 76.

<sup>59</sup> Z. Horka. Mécanique absolue et sa représentation dans l'espace-temps des configurations. «Prace Math.-fiz.», 1935, vol. 42, p. 59—108; Théorie générale du choc dans les systèmes matériels. «Journ. de l'Ecole Polytechnique», 1931, vol. 2, N 28, p. 15—64.

<sup>60</sup> J. L. Synge. On the geometry of dynamics. «Proc. of the R. Math. Soc. of London», 1926, vol. A. 228, p. 33—106; Geodesics in non holonomic geometry. «Math. Annalen», 1928, vol. 99, p. 738—751; On the neighbourhood of a geodesic in Riemannian space. «Duke Math. Journ.», 1935, vol. 1, p. 527—537; Тензорные методы в динамике. М., ГИИЛ, 1947.

И. Схоутена<sup>61</sup>, В. В. Вагнера<sup>62</sup> (СССР), А. Вундхейлера<sup>63</sup>. Основная идея этого направления, развившегося в начале второй четверти XX в., заключается в том, что движение механической системы в трехмерном евклидовом пространстве можно рассматривать как движение материальной точки в многомерном римановом пространстве.

В 1906 г. С. А. Чаплыгин<sup>64</sup> указал метод интегрирования систем (2) и (3), который известен под названием теоремы о приводящем множителе. Однако эта теорема С. А. Чаплыгина применима лишь для частного случая, когда  $N = m + 2$ , т. е. для механической системы, конфигурация которой определяется только двумя независимыми параметрами  $q_1$  и  $q_2$ . Переходя к независимому переменному  $\tau$  посредством соотношения

$$d\tau = N(q_1, q_2) dt, \quad (11)$$

где приводящий множитель  $N$  находится из некоторых дифференциальных уравнений, автор преобразует исходную систему уравнений к каноническому виду и показывает, что при

$$\tau = \int_{t_0}^t N dt = \text{const} \quad (12)$$

интеграл

$$J = \int_{t_0}^t N(T + U) dt \quad (13)$$

имеет стационарное значение, т. е. получает обобщение теоремы Гамильтона — Остроградского для неголономной системы Чаплыгина с двумя параметрами.

Автор полагает, что его метод приводящего множителя, вероятно, можно распространить и на случай общего числа свободных параметров, но в этом направлении он не получил достаточно эффективного результата.

Еще раньше С. А. Чаплыгина, в 1900—1901 гг., А. Фосс<sup>65</sup>, П. В. Воронец<sup>66</sup> и Г. К. Суслон<sup>67</sup> обобщили теорему Гамильтона — Остроградского на неголономные системы с любым числом параметров в форме

$$\int_{t_0}^t [S(T + U) + \sum_{v=1}^m \frac{\partial T}{\partial q_v} \left( \frac{d}{dt} \partial q_v - \partial \dot{q}_v \right)] dt = 0. \quad (14)$$

В 1903 г. в своей магистерской диссертации П. В. Воронец<sup>68</sup> распространил этот принцип и на квази-координаты.

Одновременно с С. А. Чаплыгиным вопрос о построении канонической системы для неголономных систем решил К. Кюанжель<sup>69</sup>, исходя из уравнений (10) Анпеля с корректирующими членами. Кюанжель далее показывает, что для неголономных систем можно обобщить метод интегрирования Якоби. Некоторые новые результаты в этом направлении в 1909 г. получил Дотевиль<sup>70</sup>. Канонические уравнения в квази-

<sup>61</sup> J. Schouten. On non holonomic connexions. «Trans. of the Phil. Soc.», 1928, vol. 31, p. 291—299; Über nichtholonome Übertragungen in einer Zn. «Math. Zeitschrift», 1929, Bd. 30, S. 149—172; совместно с D. Struik. Einführung in die neuen Methoden der Differentialgeometrie. Groningen-Batavia, 1935, Bd. I; 1938, Bd. II; совместно с E. Karpén. Zur Einbettungs- und Krümmungstheorie nichtholonomer Gebilde. «Math. Annalen», 1930, Bd. 103, S. 752—783.

<sup>62</sup> В. В. Вагнер. Неголономные многообразия, для которых дифференциальные уравнения линий стационарной длины имеют первый линейный интеграл. «Уч. зап. Саратов. ун-та», серия физ.-матем. 1938, т. I, стр. 60—63; Дифференциальная геометрия неголономных многообразий. VIII международный конкурс на соискание премии П. И. Лобачевского. Отчет. Казань, 1939, стр. 197—262; Геометрия  $n-1$ -мерного неголономного многообразия в  $n$ -мерном пространстве. «Труды семинара по векторному и тензорному анализу», 1941, т. 5, стр. 173—225; Теория конгруэнций кругов и геометрия неголономного  $V_n^2$  в  $R^3$ . Там же, стр. 271—283; Геометрическая интерпретация движения неголономных динамических систем. Там же, стр. 301—327.

<sup>63</sup> A. Wundheiler. Über die Variationsgleichungen für affine geodätische Linien und nichtholonome, nichtkonservative dynamische Systeme. «Prace Mat.-fiz.», 1931, Bd. 38, S. 129—147; Rheonome Geometrie. Absolute Mechanik. «Prace Mat.-fiz.», 1933, Bd. 40, S. 97—142.

<sup>64</sup> С. А. Чаплыгин. Исследования по динамике неголономных систем...

<sup>65</sup> А. Фосс. О принципе Гамильтона и Мопертюа. В сб.: «Вариационные принципы механики». Под ред. Л. С. Полака. М., ГИИЛ, 1959, стр. 564—567.

<sup>66</sup> П. В. Воронец. Об одном преобразовании уравнений динамики...

<sup>67</sup> Г. К. Суслон. Об одном видоизменении начала Даламбера. «Матем. сб.», 1901, т. 22, № 4, стр. 687—691; Теоретическая механика. М., Гостехиздат, 1944.

<sup>68</sup> П. В. Воронец. Об одном преобразовании уравнений динамики...

<sup>69</sup> J. Quanjel. Les équations générales de la mécanique dans le cas des liaisons nonholonomes. «Rend. del circ. matem. di Palermo», 1906, vol. 22, p. 263—273.

<sup>70</sup> S. Dautheville. Sur les systèmes non holonomes. «Bull. de la Soc. Math. de France», 1909, vol. 37, p. 120—132.

координатах для неголономных систем вывел в 1913 г. пользуясь уравнениями (6) и (7). Т. Пешль<sup>71</sup>.

Дальнейшее развитие в указанном направлении неголономной механики получила в многочисленных работах В. В. Добронравова<sup>72</sup>, М. Ф. Шульгина<sup>73</sup> и И. С. Аржаных<sup>74</sup>, относящихся к последнему десятилетию.

В описанных исследованиях неголономные связи (2) или (5) предполагались линейными относительно обобщенных скоростей. Однако имеется обширная литерату-

ра, в которой рассматривается случай нелинейных неголономных связей, и в этом направлении получены важные результаты. Здесь следует упомянуть исследования И. В. Мещерякова<sup>75</sup>, П. Анпеля<sup>76</sup>, Е. Делассю<sup>77</sup>, А. Бегина<sup>78</sup>, А. Пшеборского<sup>79</sup>, Н. Г. Четаева<sup>80</sup>, В. В. Добронравова<sup>81</sup>, М. Ф. Шульгина<sup>82</sup>, В. М. Татевского<sup>83</sup>, Г. С. Погосова<sup>84</sup>, П. И. Христинченко<sup>85</sup>, В. С. Новоселова<sup>86</sup>, В. И. Киргетова<sup>87</sup>, В. Г. Кузнецова<sup>88</sup> и др.

Б. И. Фрадлин  
(Киев)

<sup>71</sup> T. Pöschl. Sur les équations canoniques des systèmes non holonomes. «Comptes Rendus de Sci.», Paris, 1913, vol. 156, p. 1829—1831.

<sup>72</sup> В. В. Добронравов. Аналитическая динамика в неголономных координатах. «Уч. зап. МГУ», 1938, г. 122. Механика, т. II, стр. 77—182. Об основных положениях механики неголономных систем...

<sup>73</sup> М. Ф. Шульгин. О некоторых дифференциальных уравнениях...

<sup>74</sup> И. С. Аржаных. Билинейный ковариант системы обыкновенных дифференциальных уравнений четного порядка. «Докл. АН УзССР», 1948, т. 1, стр. 5—8; Уравнения в дифференциалах, инвариантные относительно контактных преобразований. Там же, т. 11, стр. 3—7; Динамические системы ранга большого нуля. «Труды Ин-та матем. АН УзССР», 1949, т. 5, стр. 96—110; Вихревой принцип аналитической динамики. «Докл. АН СССР», 1949, т. 65, № 5, стр. 613—616. О делении консервативных систем на голономные и неголономные. «Труды Ин-та матем. АН УзССР», 1950, т. 6, стр. 131—141; Инволюционные канонические системы ранга большого нуля. Там же, 1953, т. 6, стр. 142—151; Качественное отличие систем голономных от неголономных. Там же, 1953, т. 10, стр. 179—185; Об одной ошибке в теории интегрирования уравнений движения голономных и неголономных систем. Там же, 1954, т. 13, стр. 163—167; Об интегрировании уравнений движения неголономных систем класса  $T(2,1)$ . «Докл. АН УзССР», 1956, т. 3, стр. 3—6.

<sup>75</sup> И. В. Мещеряков. Дифференциальные связи в случае одной материальной точки. «Сообщения и протоколы заседания Матем. об-ва при Харьковском ун-те», 1887, т. II, стр. 68—79.

<sup>76</sup> P. Appell. Sur une forme générale des équations de la dynamique.

<sup>77</sup> E. Delassus. Sur la réalisation matérielle des liaisons. «Comptes Rendus de Sci.», Paris, 1911, vol. 152, p. 1739—1743; Sur les liaisons non linéaires. «Comp. Rendus...», 1911, vol. 153, p. 626—628; Sur les liaisons non linéaires et les mouvements étudiés par M. Appell. «Comp. Rendus...», p. 707—710; Sur les liaisons d'ordre quelconque des systèmes matériels. «Comp. Rendus...», 1912, vol. 154, p. 964—967; Les diverses formes du principe de D'Alembert et les équations générales du mouvement des systèmes soumis à des liaisons d'ordre quelconque. «Comp. Rendus...», 1913, vol. 156, p. 205—209; Sur l'équilibre et les petits mouvements des systèmes soumis à des liaisons d'ordre quelconque. «Comp. Rendus...», p. 677—679; Sur les liaisons et les mouvements des systèmes matériels. «Annales Scient. de l'École norm. sup.», 1912, vol. 3, № 29, p. 305—369; Sur les mouvements des systèmes matériels dépendant d'un nombre fini de paramètres et soumis à des liaisons d'ordre quelconque. «Annales Scient...», 1913, vol. 30, p. 489—520; Leçons sur la dynamique. Paris, 1913.

<sup>78</sup> H. Veighin. Etude théorique des compas gyrostatiques Anschutz et Sperry. «Comptes Rendus de Sci.», Paris, 1921, vol. 173, p. 288—290; Etude théorique des compas gyrostatiques Anschutz et Sperry. Thèse, № 1727. Paris, 1922; совместно с M. Mопрайс. Sur un nouveau compas gyrostatique. «Comptes Rendus...», 1923, vol. 177, p. 930; P. Appell. Traité de mécanique rationnelle, t. II. Paris, 1924.

<sup>79</sup> A. Pzoborski. Die allgemeinsten Gleichungen der klassischen Dynamik...

<sup>80</sup> Н. Г. Четаев. О принципе Гаусса. «Изв. Физ.-матем. об-ва при Казанск. ун-те», 1932—1933, т. 6, стр. 68—74; Об уравнениях Пуанкаре. «Прикладная матем. и мех.», 1941, т. 5, № 2, стр. 253—262.

<sup>81</sup> В. В. Добронравов. Об уравнениях движения неголономных механических систем с линейными и нелинейными связями. «Труды Моск. гидрометеорологического ин-та», 1939, т. 1, стр. 273—316.

<sup>82</sup> М. Ф. Шульгин. О некоторых дифференциальных уравнениях аналитической динамики...

<sup>83</sup> В. М. Татевский. О некоторых формах уравнений динамики и их приложениях. «Журн. эксперим. и теор. физ.», 1947, т. 17, № 6, стр. 520—529; Характеристические функции и уравнения динамики. «Вестн. Моск. ун-та», 1947, т. 5, стр. 83—105.

<sup>84</sup> Г. С. Погосов. Уравнения движения для системы с неголономными связями. «Вестн. Моск. ун-та», 1948, т. 10, стр. 93—97; Новый вид уравнений движения механиче-

ской системы с совершенными связями. «Сб. статей Всесоюз. зоочного Политехнич. ин-та», 1954, т. 8, стр. 91—97; Обобщение принципа Остроградского. Там же, 1954, т. 6, стр. 95—111; Вариационная задача с неголономными связями. Там же, 1955, т. 9, стр. 70—83; Задача о движении плоской фигуры с неголономной связью. Там же, 1955, т. 12, стр. 83—90.

<sup>85</sup> П. И. Христинченко. Теория дифференциальных уравнений движения неголономных систем с нелинейными связями. «Уч. зап. Таджикск. ун-та». Математика, механика, химия, 1952, т. I, стр. 113—132.

<sup>86</sup> В. С. Новоселов. Сведение задачи неголономной механики к условной задаче механики голономных систем. «Уч. зап. Ленингр. ун-та». Механика, 1957, т. 217, стр. 28—49; Применение нелинейных неголономных координат в аналитической механике. Там же, стр. 50—83. Расширенные уравнения движения нелинейных неголономных систем. Там же, стр. 84—89.

<sup>87</sup> В. И. Киргетов. О возможных перемещениях материальных систем с линейными дифференциальными связями второго порядка. «Прикл. матем. и мех.», 1959, т. 23, № 4, стр. 666—671; Об освобождаемости материальных систем. Там же, 1960, т. 24, № 1, стр. 39—46.

<sup>88</sup> Б. Г. Кузнецов. Обобщенные виртуальные перемещения. «Прикл. матем. и мех.», 1959, т. 23, № 4, стр. 672—680.

## К 200-летию «КОСМОЛОГИЧЕСКИХ ПИСЕМ»

И. Г. ЛАМБЕРТА

Система мира Коперника, впервые кратко изложенная ее автором в «Малом комментарии» и подробно обоснованная в книге «De revolutionibus orbium coelestium» (1543), допускала два различных толкования. Ее можно было считать гелиоцентрической системой в прямом смысле: неподвижное Солнце является центром колычистой Вселенной, пределы которой ограничены сферой неподвижных звезд. Именно такое объяснение дал Кеплер в своей книге «Epitome» (1618—1620). Кеплер полагал, что звезды являются самосветящимися и «цветными» телами, но их размеры и светимость нельзя сравнить с размерами и светимостью Солнца. Вопрос о размерах Вселенной Кеплер решал, исходя из представлений о количественной гармонии в мироздании. Радиус сферы неподвижных звезд он принял в 2000 радиусов орбиты Сатурна (самой дальней из известных тогда планет). В свою очередь радиус орбиты Сатурна, согласно его толкованию, составляет 2000 радиусов Солнца. Количество материи, заключенной в сфере неподвижных звезд, Кеплер (также руководствуясь принципами гармонии), считал равным

количеству материи, заключенной в солнечном шаре.

Принципиально другое толкование открытия Коперника впервые было дано Бруно, главным образом в диалогах «О бесконечности, Вселенной и мирах» (1584) за треть века до появления указанного труда Кеплера. Для Бруно Вселенная «есть бесконечное множество миров, т. е. неисчислимое количество звезд; это и есть бесконечное пространство»<sup>1</sup>. Тем самым устраняется сфера звезд и каждому солнцу (так как каждая звезда — небесное тело, во всем подобное Солнцу) присуще собственное движение. Звезды различаются между собой по силе блеска, т. е. дают разное количество света, и разделены различными, но во всех случаях огромными расстояниями. На бесчисленных мирах обитают живые существа и, таким образом, в мироздании Бруно утверждение бесконечности Вселенной было теснейшим образом связано с признанием множественности обитаемых миров. В высказываниях Бруно содержится предвидение будущих открытий, в частности, открытия собственных движений звезд и различия в их светимости.

<sup>1</sup> Д. Бруно. О бесконечности Вселенной и мирах. В кн.: «Джордано Бруно. Диалог». М., Госполитиздат, 1949, стр. 440.

В нашей статье не затрагивается вопрос о приоритете Т. Диггеса в разрушении восьмой сферы и выдвижении идеи бесконечной Вселенной на основе гелиоцентрической системы Коперника. На этом приоритете настаивает Джонсон в статье «Thomas Digges and the Infinity of the Universe». В кн.: «Theories of the Universe from Babylonian myth to modern science». Edited by Milton K. Munitz, 1957, ссылаясь на то, что труд Диггеса «A perfit Description of the Coelestial Orbe» опубликован в 1576 г. и перешагивался до появления трудов Бруно. Джонсон полагает, что идея бесконечности звездной Вселенной была воспринята Бруно во время его пребывания в Англии (1583—1595), когда и был создан его труд «О бесконечности Вселенной и мирах». Несколько не снижая самобытности творческой мысли Диггеса и его значения (не получившего еще освещения в нашей литературе) в распространении учения Коперника в Англии, необходимо признать, что умозрения Бруно раскрывали более глубокую и законченную картину бесконечной Вселенной, чем это дано у Диггеса.

Однако взгляды Бруно, облеченные в блестящую литературно-поэтическую форму, тогда нельзя было подтвердить данными наблюдений. Жизнь Бруно оборвалась за десятилетия до того, когда первые телескопические наблюдения Галилея позволили установить, что количество звезд неизмеримо больше, чем это представлялось для невооруженного глаза. Прошли века, прежде чем были подтверждены на основе наблюдений предположения Бруно, что Солнце только одна из звезд и притом «рядовая» по своим размерам и светимости. В исканиях Коплера отразились различные направления мышления. Его исследования движения Марса на основе наблюдений Браге привели к открытию законов эллиптического движения планет. С другой стороны, проблему строения звездного мира Кеплер рассматривал в свете представлений о конечной Вселенной, размеры которой он определял, исходя из идеи числовой гармонии, заложенной, по его убеждению, в самой природе. Преодолев античную концепцию круговых движений как единственно возможных для небесных тел, Кеплер так и не смог избавиться от таких пережитков античной космологии как представления о сфере неподвижных звезд. Оно было разрушено на протяжении XVII в. в результате наблюдений звездного неба, приведших к выводу, что звезды находятся на разных расстояниях от Солнца, хотя попытки определения звездных параллаксов оставались столь же безуспешными, как во времена Браге. Даже первое определение параллакса Солнца, явившееся началом измерения солнечной системы, было выполнено Кассини и Риче только в 1672 г. Во всемном случае Гюйгенс в своем труде «Cosmotheoros» (опубликован в 1698 г. после смерти автора) считал уже, что звезды — тела, во всем аналогичные Солнцу и являющиеся, как и Солнце, центрами планетных систем, а расстояния между ними примерно такие же, как расстояния от Солнца до ближайших к нам звезд. Признав невозможным измерение параллаксов звезд, Гюйгенс пытался определить расстояние до Сириуса на основе фотометрических расчетов, исходя из предположений, что Сириус и Солнце имеют одинаковую светимость. Выведенное Гюйгенсом расстояние (28 000 астрономических единиц, или 2900 расстояний от Сатурна до Солнца) примерно в 20 раз меньше действительного, но уже больше, чем радиус сферы неподвижных звезд по Кеплеру. Однако Гюйгенс не высказывал предположений о строении звездного мира, ограничиваясь лишь мнением о равномерном распределении звезд в пределах пространства, границы которого не обнаруживаются. Так, постоянно укреплялось представление Бруно, развитое им в свое время, о пространственной бесконечности Вселенной.

Новым этапом в развитии знаний о Вселенной было открытие Галлеем в 1718 г. собственных движений звезд. Правда, Галлей установил наличие движений

в пространстве только у трех звезд — Сириуса, Арктура и Альдебарана, но высказанное им убеждение в том, что собственное движение присуще вообще всем звездам, в дальнейшем получило подтверждение — до конца первой половины XVIII в. собственное движение было обнаружено у нескольких десятков звезд.

Еще раньше наблюдения Галилея и Гарриота решили основную загадку Млечного Пути, который, как предполагал еще в античной древности Демокрит, а потом в раннем средневековье Ширакаци, оказался состоящим из множества звезд, из-за своей видимой близости создающих для невооруженного глаза картину сплошного сияния. Ни в конце XVII в., когда уже отпало представление о сфере звезд, ни в первой трети XVIII в., когда еще сохраняла влияние Декартова теория вихрей, не было выдвинуто гипотез, в свете которых Млечный Путь рассматривался бы как целостная система звезд. Условия для выдвижения таких гипотез могли сложиться лишь после открытия собственного движения звезд. Закон всемирного тяготения был установлен Ньютоном только для солнечной системы, но представлялось вероятным, что тому же закону подчиняются и движения звезд в неизмеримо более далеких глубинах мирового пространства.

Первую гипотезу строения звездной Вселенной выдвинул Сведенборг в труде «Opera philosophica et mineralogica» (1734). Эта гипотеза состояла из двух предположений, не подтвержденных, однако, доказательными суждениями и высказанными лишь в общей форме. Во-первых, все видимые в телескоп звезды, подавляющее большинство которых сосредоточено в Млечном Пути, представляют динамически целостную космическую систему; во-вторых, эта система, возможная и не единственная во Вселенной. Изложенная в труде, посвященном в основном минералогии и кристаллографии, гипотеза Сведенборга ни в свое время, ни позднее не приобрела широкой известности. Малоизвестным для современников остался, впрочем, и специальный труд Т. Райта (английский астроном-приборостроитель) «Theory of the universe». Основное внимание Райта привлекало явление строения Млечного Пути. Т. Райт впервые, задолго до В. Гершеля, предположил, что Млечный Путь как звездная система имеет резко сплюснутую форму, при которой его диаметр в несколько раз больше «толщины». При этом Райт рассматривал Млечный Путь как одну из «Островных Вселенных» (Island Universes), которых в бесконечной Вселенной может существовать множество.

В 1755 г. в Кенигсберге вышла книга И. Канта «Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels». Судьба этой книги, в которой изложены как его космологические воззрения, так и гипотеза о возникновении небесных тел и их систем из диффузной материи, была трагической. Написанная малоизвестным, начинающим фило-

софом, книга не была замечена ни философами, ни астрономами. Интересно отметить, что когда в 1794 г. Кант, к тому времени уже пользовавшийся мировой известностью, был предложен в почетные члены Петербургской Академии наук, то хотя в представлении об избрании отмечалось, что Кант является неестественно-испытателем, но имелся в виду его труд по физической географии, а «Всеобщая естественная история и теория неба» даже не упоминалась<sup>2</sup>. Она приобрела известность позднее, почти в середине XIX в., когда давно уже пользовалась распространением космогоническая гипотеза Лапласа, изложенная им в «Système du Monde» (1799). С этого времени утвердился приоритет Канта в создании научной космогонии. Во второй половине XIX в. на основе астрометрических и (с начала 60-х годов) астрофизических наблюдений накапливался фактический материал по изучению космического населения нашей звездной системы, но широко космологические обобщения, основанные в основном на умозрении, как бы перестали быть актуальными. Интересно отметить, что труды В. Я. Струве «Etude d'Astronomie Stellaire» (1847) и М. А. Ковальского «О законах собственного движения звезд каталога Брэддлея» (1859), заложившие основы современных знаний о строении галактики, в свое время не получили должной оценки, а потом были забыты. Космологические умозрения Канта после векового забвения также, естественно, не могли получить широкого распространения. Однако в литературе второй половины XIX в., посвященной общим проблемам мироздания, взгляды и представления о множественности звездных систем получили надолго сохраняющиеся за ними наименование «кантовских»<sup>3</sup>.

В свое время работа Канта внесла в представления о строении Вселенной нечто новое по сравнению с умозрениями Сведенборга и Райта. Кант исходил из мысли, что от бесконечности одинаково далеки и ничтожные предметы на Земле и огромные космические тела и даже целые системы этих тел. Гигантские скопления звезд, аналогичные по своим размерам и строению системе Млечного Пути, являются только звеньями в бесконечной цепи звездных систем. Некоторые из этих внешних систем находятся в поле зрения земных наблюдателей в виде слабых туманностей, едва доступных телескопам. Но звездные системы могут быть объединены в системы более высокого порядка на той же основе, на какой составляет единое целое солнечная система. Этой основой является всемирное тяготение, действующее во всей

бесконечной Вселенной. Из этого следует, что движение звезд в Млечном Пути и в других звездных системах регулируется притяжением центрального Солнца соответствующих размеров и массы. Кант допускал, что в Млечном Пути центральным Солнцем может быть Сириус — самая яркая звезда неба.

Допущение возможности существования систем, объединяющих многочисленнее млечные пути, т. е. систем более высокого порядка, чем обычные звездные системы, и было тем новым, что внес Кант в космологические представления. Вселенная не только пространственно бесконечна, она сложна по своей структуре.

За три года до появления книги Канта вышла в свет философская повесть Вольтера «Микромегас» (1752). Содержавшиеся в этой книге космологические умозрения не были для автора самоцелью. Вольтер направлял остроту своей блестящей сатиры на разоблачение ограниченности антропоцентрических воззрений, в первую очередь последователей «плоской» телесологии Мальбранша и Вольфа. В полете фантазии Вольтер вплотную приблизился к идеям структурной сложности Вселенной. На гигантских космических телах материя проявляет такие первичные (в смысле теории познания Локка) качества, которые отсутствуют или не проявляются на мирах меньших масштабов. С другой стороны, и мыслящие существа на мирах-гигантах, наделяемые большим числом чувств, воспринимают иные, неведомые на Земле субстанции, вкладывающие в природу большее разнообразие вторичных свойств материи. Повесть Вольтера была как бы художественной иллюстрацией вновь складывавшихся представлений о строении Вселенной, схваченных Вольтером в процессе их становления. Однако интуиция Вольтера и умозрения Канта были лишь приближением к идее структурной бесконечности (а не только структурной сложности) Вселенной, раскрытой в развернутом виде в книге Ламберта «Cosmologische Briefe über die Einrichtung des Weltbaues» («Космологические письма об устройстве Вселенной») (1761).

Иоганн Генрих Ламберт (1728—1777), француз по национальности, был уроженец Эльзаса. Он происходил из протестантской семьи, преследовавшейся во Франции после отмены Людовиком XIV Нантского эдикта. Научная деятельность Ламберта, непродолжительная, но многогранная и продуктивная, протекала сначала в Мюнхене, потом в Аугсбурге и, наконец, с 1765 г. в Берлине, где он был членом Прусской Академии наук. Ламберт был

<sup>2</sup> Т. П. К л а д о, Н. М. Р а с к и н. И. Кант и Петербургская Академия наук. «Историко-астрономические исследования», М., 1956, вып. 2.

<sup>3</sup> См., например, А. Д. П у т я т а. Кантовские и антикантовские идеи о звездных системах. СПб., 1883. Автор этой книги был противником «кантовских» идей и, основываясь на выводах (в иных случаях толкуемых произвольно) О. В. Струве в его работе «О звездных системах и туманных пятнах», а отчасти и на теологических аргументах, отстаивал единственность нашей звездной системы в рамках конечной Вселенной.

крупным математиком и физиком третьей четверти XVIII в. В области математики наиболее значительным его достижением было доказательство иррациональности числа  $\pi$ . Кроме того, Ламберт занимался вопросами сферической тригонометрии, теорией параллельных линий и другими вопросами. В области физики главным трудом Ламберта является его «Фотометрия» (1760), где он подробно рассматривает закон, впервые открытый П. Буге (1729) и впоследствии (1852) проверенный К. Бэрром (закон Буге — Ламберта — Бэра), регулирующий постепенное ослабление монохроматического излучения при распространении его в поглощающей среде. Приобрели известность и работы Ламберта по теоретической астрономии, в частности по теории параболических орбит комет.

Философское мировоззрение Ламберта развивалось под разнообразными влияниями. Ламберт был последователем телеологической метафизики Н. Мальбранша и Хр. Вольфа. В то же время в области глосеологии Ламберт находился под влиянием теории познания Локка. В своем основном философском труде «Neues Organon oder Gedanken über die Erforschung und Berechnung des Wahren» («Новый органон или размышления об исследовании и вычислении истины», 1764) Ламберт высказывает некоторые глосеологические положения (например, о представленных, обусловленных не только свойствами предмета познания, но и состоянием познающего субъекта), приближающиеся к положениям теории познания Канта, изложенным их автором в «Критике чистого разума», опубликованной (1781) уже после смерти Ламберта. Интересно отметить, что Кант, который вел перенеску с Ламбертом, высоко ценит его как ученого и мыслителя.

Ламберт не имел точных данных о расстояниях до звезд, как и его предшественники: таких данных не было и еще три четверти века после Ламберта. Но к тому времени сложились уже четкие представления о порядке расстояния до звезд, хотя бы ближайших. К 30- и 40-м годам XVIII в. относятся попытки Д. Брайля определить звездные параллаксы. Эта долготелая работа Брайля занимает особое и по-своему оригинальное место в истории астрономии. Потерпев неудачу в решении своей прямой задачи, Брайль в ходе наблюдений открыл явления абберации (это открытие по существу было первым доказательством движения Земли, следовательно, и истинности учения Коперника) и путаницы. В результате так и не увенчавшихся успехом попыток обнаружить звездные параллаксы Брайль пришел к выводу, что параллаксы даже ближайших звезд составляют во всяком случае меньше  $1'' 00$ , а возможно  $0'' 5 - 0'' 4$  (что соответствует расстоянию в 400 000—500 000 астроно-

мических единиц). В свою очередь Ламберт в «Фотометрии» пытался определить расстояния до звезд первой величины, принимаемых при этом за ближайшие звезды, исходя из сравнения блеска звезд с блеском Сатурна. Полученные им результаты оказались в согласии с выводом Брайля.

В «Космологических письмах» Ламберт развил гипотезу структурной бесконечности Вселенной, исходя из предпосылок, что Вселенная представляет бесконечную «лестницу», или «иерархию» космических систем, а все движения в ней регулируются законом всемирного тяготения. В этой иерархии Солнце, как и любая другая окруженная планетами и кометами звезда, является системой первого порядка. Крупные скопления звезд, к одному из которых принадлежит Солнце, рассматриваются как системы второго порядка. Расстояния между звездами внутри скопления в общем не отличаются от расстояний от солнечной системы до ближайших звезд (т. е. до звезд первой величины). Это расстояние в соответствии с выводами Брайля и самого Ламберта принимается равным 500 000 астрономических единиц. При диаметре скопления в 150 таких расстояний (или в 75 000 000 астрономических единиц) общее количество звезд в нем будет близко к 2 млн. Движения звезд в таком скоплении (или «местной системе») совершаются вокруг центрального Солнца исполненных размеров и массы.

Однако скопление звезд или система второго порядка является только звеном в Млечном Пути, который, являясь совокупностью многих таких систем, представляет систему третьего порядка, в целом обращаясь вокруг сверхколоссального центрального тела с массой, соответственно превосходящей суммарную массу всех составляющих систем.

При этом система второго порядка, к которой принадлежит Солнце, находится не вблизи центра Млечного Пути. В эту систему входят звезды, усматриваемые на небе вне полосы Млечного Пути. Сама же эта полоса образуется звездами других систем второго порядка, расстояния до которых во много раз превышают расстояния самых далеких звезд нашей системы.

Размеры всего Млечного Пути, определенные Ламбертом, оказались огромными — 75 млрд. астрономических единиц (или свыше миллиона световых лет), т. е. значительно больше, чем размеры Галактики по современным оценкам, а тем более по оценкам многих астрономов начала XX в. (Кертиса, Кантейна, Эддингтона). Систем, подобных Млечному Пути, бесконечное множество. Такими системами являются далекие туманности, например, туманности Ориона или Андромеды, в которых отдельные звезды неразличимы даже в крупнейшие телескопы из-за своей уда-

ленности, составляющей десятки и сотни миллионов световых лет. Совокупность множества млечных путей образует космическую систему уже четвертого порядка с центральным телом, размеры и массу которого трудно даже представить в обычных мерах. Такие сверхсистемы в свою очередь объединены в систему пятого порядка и дальше эта «иерархия» столь же бесконечна, как бесконечно пространство, вмещающее миры и космические системы разных порядков. Ламберт не определял размеры систем четвертого и более высоких порядков, но, исходя из его предпосылок, их легко вывести путем не очень сложной экстраполяции.

Таким образом, строение космических систем любых порядков в схеме Ламберта аналогично строению солнечной системы; во всех случаях вращение системы совершается вокруг центрального тела («регента», по терминологии Ламберта). В этом заключалась механистическая основа космологии Ламберта. Располагая лишь самыми скромными данными о движениях звезд, Ламберт не мог предполагать, что в системе множества звезд, разделенных огромными расстояниями, их движения должны подчиняться более сложным закономерностям, чем Кеплеровы законы обращения планет вокруг Солнца. Допуская, что в системах второго порядка движения звезд регулируются всецело притяжением одного только центрального тела, Ламберт по аналогии распространял это положение на системы более высоких порядков. Впрочем, в представлении Ламберта о характере звездных движений заключалось одно из его открытий: он рассматривал собственные движения звезд как сложение двух эффектов — реального движения звезды в пространстве и отражения собственного движения, которое, несомненно, присуще Солнцу как одной из звезд. Как известно, на этом допущении был основан метод, предложенный одновременно с Ламбертом, Т. Майером (1723—1762) и практически примененный в 1783 г. В. Гершелем (1738—1822) для обнаружения движения Солнца в пространстве и аспекта этого движения.

Философское мировоззрение Ламберта, как уже указывалось, было сложным. В нем, как и в мировоззрении многих мыслителей XVIII в., но может быть еще более тесно переплетались механистический материализм, утверждавший при всей своей метафизичности бесконечность и познаваемость Вселенной и та, по определению Энгельса, «плоская вольфовская телеология», которая утверждала целесообразность в природе как начало, заложенное в самом акте творения, а следовательно, как оправдание самого существования природы. Отсюда и телеологическая направленность многих положений космологии Ламберта.

В свете воззрений Ламберта Вселенная представляется как «творение совершеннейшее». Закон всемирного тяготения является наиболее общим законом природы.

Он регулирует движение космических тел и систем любых порядков на наиболее простых, а поэтому и на наиболее целесообразных началах. Характерным проявлением таких простых начал является существование центральных тел в космических системах. При их отсутствии движения звезд и целых систем должны были быть очень сложными или, наоборот, хаотическими, а это противоречило бы принципу целесообразности, заложенному в самой природе. Межзвездные расстояния огромны — это целесообразно и необходимо для того, чтобы обеспечить звездам «свободу существования». Звезды — самосветящиеся тела, излучаемые ими свет и тепло необходимы для поддержания жизни на окружающих звездах обитаемых планетах и кометах. Ламберт, как в свое время Кеплер, полагал, что число комет во Вселенной значительно превышает число планет; вместе с тем он допускал возможность жизни и на кометах, даже на тех из них, которые движутся по параболическим и гиперболическим орбитам. В целом же обитаемость бесчисленных миров есть оправдание их существования. Центральным солнцем систем второго и, тем более, последующих порядков нет необходимости быть самосветящимися телами. Поэтому несмотря на свои колоссальные размеры они никак не выделяются на звездном небе. Здесь нарушается аналогия Ламберта: если планеты, не имеющие собственного света, обращаются вокруг самосветящихся тел — звезд, то звезды совершают обращение вокруг темных центральных тел.

Несмотря на свою механистическую основу и независимо от присутствия ей телеологических наслоений, отражавших противоречивое мировоззрение автора, космология Ламберта, за которой в последующей литературе укрепились наименование «система мира Ламберта», открывала действительную грандиозную картину мироздания. В отличие от умозрений Сведенборга, Райта и Канта, оставшихся в свое время достойным немногих читателей, космологические обобщения Ламберта приобрели широкую известность у современников. Этому в значительной степени способствовала деятельность Ж. Б. Мериана (1723—1807) — швейцарского философа, работавшего в Берлинской Академии наук одновременно с Ламбертом. В 1770 г. Мериан опубликовал в Париже популярное изложение «Космологических писем» под заглавием «Système du Monde». В 1797 г. в Петербурге вышел русский перевод этой книги, выполненный М. В. Розным и озаглавленный «Система мира славного Ламберта, изданная г. Мерианом, членом Берлинской Академии наук и словесных искусств». Книга эта, автор которой в своем изложении усилил телеологические элементы мировоззрения Ламберта, довольно скоро стала библиографической редкостью.

Распространение идей Ламберта в конце XVIII в. было также тесно связано с

\* Вплоть до 1837 г., когда Струве опубликовал в труде «Stellarum suplicium et multiplicium mensurae micrometricae» измерение параллакса, а отсюда и расстояния звезды  $\alpha$  Lyrae (Вега).

популярной деятельностью известного немецкого астронома Н. Э. Боде (1747—1826). Уже в 1778 г. Боде издал книгу «Erläuterung der Sternkunde», в которой вопрос строения Вселенной освещен всецело в свете идей Ламберта. Эта книга потом неоднократно переиздавалась. В 1794 г. в Москве одновременно вышли в свет два русских перевода труда Боде. В одном из них, выполненном Д. И. Дмитриевским с повторного немецкого издания, книга была озаглавлена «Всеобщие размышления о строении мира»; другой перевод сделан Н. Карповым с первого немецкого издания. Название книги в этом переводе (выполненном слабее, чем перевод Д. И. Дмитриевского) «Всеобщие рассуждения о сотворении света» взято произвольно, так как вопросы происхождения звездной Вселенной или хотя бы солнечной системы в книге не затрагиваются<sup>5</sup>. Последующее влияние космологических воззрений Ламберта в русской учебной и популярной литературе первой половины XIX в. было исключительно велико. Его легко проследить, анализируя труды П. Я. Гамалея, Д. М. Перевощикова<sup>6</sup> и других авторов того времени.

Однако к концу первой половины, а тем более во второй половине XIX в. космологические идеи Ламберта были забыты, а его имя в научной литературе приводилось главным образом в связи с его математическими и физическими трудами. Обобщающая мысль наиболее выдающихся астрономов была направлена, начиная с первых и этом направлении работ Гершеля, на выяснение строения Млечного Пути на основе уже не умозрительной, а звездно-статистического анализа, впервые выполненного Гершелем и получившего дальнейшее развитие в трудах Струве.

В связи с этим в середине XIX в. дискутировалась проблема существования центрального Солнца в звездной системе. Исследования Струве, изложенные в «Этюдах звездной астрономии», неизбежно привели к выводу о сложности строения звездной системы и невозможности его объяснения по аналогии со строением солнечной системы, хотя вопрос о центральном Солнце специально Струве не рассматривался. В работах Н. Мэдлера (1794—1874) выдвинута гипотеза о вращении звездной системы вокруг ее динамического центра масс, который сам Мэдлер для данной эпохи усматривал в скоплении Плеяд. Только в 1859 г. М. А. Ковальский показал возможность существования как центрального тела сверхгигантской массы, так и вращения системы «по Мэдлеру» и выдвинул идею о вращении всей системы Млечного Пу-

ти вокруг ее центрального звездного сгущения — идею, полностью подтвержденную в 1927 г. Оортом уже на основе огромного материала наблюдений о звездных движениях, которого не было в распоряжении Струве, Ковальского и их современников. Основная же концепция Ламберта — бесконечной и во всяком случае многозвездной иерархии космических систем — осталась в XIX в. столь же умозрительной, как и в эпоху своего появления. Высокую оценку этой концепции дал Струве. Однако он отметил и слабую сторону системы мира Ламберта: чрезмерное применение и злоупотребление аналогиями<sup>7</sup>.

В эпоху кризиса естествознания конца XIX и начала XX в. не было предпосылок для широких космологических обобщений. Наоборот, именно в этот период пользовались распространением представления о конечности Вселенной, о единственности в ней нашей звездной системы. Если в XVIII в. космологические представления опережали реальные возможности науки того времени, которая долго еще не была в состоянии подойти вплотную к изучению строения «своей» звездной системы, то в эпоху кризиса космологическая мысль отстала от фактических завоеваний науки. Именно тогда получили распространение представления о конечной Вселенной, исходившие из фотометрического и гравиметрического парадоксов. Следует отметить, что когда во втором десятилетии XX в. В. Шарлье исследовал вопрос о реальной значимости обоих парадоксов (из которых первый уже имел историю, а второй был выдвинут лишь в конце XIX в.), то он принял строение Вселенной, согласное с иерархической схемой Ламберта, и пришел к выводу, что в бесконечной и структурно сложной Вселенной и фотометрический и гравиметрический парадоксы устраняются, если только расстояния между равноправными системами достаточно велики (как это и предполагал Ламберт) по сравнению с их размерами. Начало (1924) и дальнейшее развитие внегалактической астрономии принесло подтверждение как множественности звездных систем, так и существования во Вселенной систем более высоких порядков, чем системы третьего порядка, «по Ламберту». Уже на ранней стадии внегалактических исследований были открыты скопления и «облака» галактик. За последние годы в работах Ш. Вокулера и других исследователей подтвердилось, что скопление галактик с центром в созвездии Девы, к которому относится наша Галактика и ее близкие соседи (в числе их галактика Андромеды), само является центральным сгущением гораздо более гранди-

озного космического образования — сверхгалактики<sup>8</sup>. Есть все основания полагать, что вся видимая совокупность галактик и их систем входит в состав еще более грандиозной системы — Метагалактики, от границы которой далеки еще и современные наблюдательные средства.

Основная идея Ламберта — идея структурного многообразия звездной Вселенной — полностью подтверждена современной наукой. Но строение звездных систем, их космическое население, взаимосвязи

<sup>8</sup> Ж. де Вокулер: Местное сверхскопление галактик. «Астрономический журнал», 1959, вып. 6.

## О РАБОТАХ АКАДЕМИКОВ Н. И. ФУСА и Ф. И. ШУБЕРТА ПО МАТЕМАТИЧЕСКОЙ КАРТОГРАФИИ

При выборе путей решения математических проблем картографии со времени ее возникновения большое место занимает геометрический метод. Одной из главных задач картографии является по существу геометрическая задача отображения одной поверхности на другую с соблюдением тех или иных условий. Решением этой задачи занимались многие крупные геометры прошлого, причем, как правило, связывали ее решение с картографией. Поэтому такие работы представляют интерес как для картографов, так и для геометров. В настоящем сообщении кратко изложено содержание картографических работ академиков Н. И. Фуса и Ф. И. Шуберта и некоторые полученные ими геометрические результаты.

Первые работы по математической картографии в России принадлежали Л. Эйлеру<sup>1</sup>.

Позже в Петербургской академии вопросами математической картографии занимались Н. И. Фус (1755—1826) и Ф. И. Шуберт (1758—1825).

В 1775 г., когда создавались работы Эйлера по теории картографических проекций, Фус уже был помощником Эйлера и, конечно, не мог не знать содержания этих трудов, так как ему приходилось готовить к печати большинство сочинений своего учителя. Под влиянием Эйлера Фус написал статью «О стереографической проекции земной поверхности» (1786)<sup>2</sup>, которая представляет более подробно, а местами и более

между основными элементами этого населения — звездами и туманностями, наконец, взаимосвязи между системами — все это оказалось неизмеримо сложнее, чем представлял Ламберт.

В связи с исполняющимся в 1961 г. 200-летием труда Ламберта следует отметить, что для современников система мира Ламберта была необычайно смелым полетом мысли, далеко опередившей свою эпоху.

Ю. Г. Перель

простое изложение тех общих сведений о стереографической проекции сферы, которые имелись в первых двух картографических работах Эйлера и в работе Ламберта (1772)<sup>3</sup>. Фус по-новому определил соотношение между центральным углом  $s$  любого малого круга на сфере и его проекцией  $S$  на плоскости:

$$\operatorname{tg} \frac{S}{2} = \frac{\cos \frac{h+g}{2}}{\cos \frac{h-g}{2}} \operatorname{tg} \frac{s}{2},$$

где  $h$  — дуга большого круга, взятая от точки касания сферы с плоскостью проекции до вершины сферического угла;  $g$  — радиус малого круга. При помощи этой формулы можно для любой точки  $M$  любой параллели определить соответствующую ей точку  $M'$  проекции. Формула используется для построения параллелей:

В заключение статьи предложено решение задачи определения расстояний между двумя точками  $P$ ,  $Q$  сферы, если даны их расстояния на сфере от центра перспективы  $O$  и расстояния между их проекциями  $P'$ ,  $Q'$  на карте:

$$\sin \frac{PQ}{2} = \frac{P'Q' \cdot OP \cdot OQ}{OA^3},$$

где  $A$  — точка касания сферы с плоскостью проекции.

Эти зависимости между углами и расстояниями на сфере и их проекциями

<sup>1</sup> L. Euler. De representatione superficiei sphaericae super plano. «Acta Acad. Scient. Petropolitanae pro anno 1777», 1778, part I, p. 107—132; De projectione geographica superficiei sphaericae. «Acta Acad. Scient. Petropolitanae...», p. 133—142; De projectione geographica de Lislina in mappa generali imperii rusici usitata. «Acta Acad. Scient. Petropolitanae...», p. 143—153.

<sup>2</sup> N. F. F. De superficiei terrestri projectione stereographica. «Acta Acad. Scient. Petropol. pro anno 1782», 1786, t. VI, part 11, p. 170—182.

<sup>3</sup> J.-H. Lambert. Anmerkungen und Zusätze zur Entwerfung der Land- und Himmelscharten. «Beiträge zum Gebrauche der Mathematik und deren Anwendung». Berlin, 1772, t. III, S. 105—199.

<sup>5</sup> Более подробно об указанных трудах Мерiana и Боде см. Ю. Г. Перель. Из истории распространения системы мира Ламберта в России. «Историко-астрономическое исследование», 1956, вып. 2.

<sup>6</sup> См., в частности, П. Я. Гамалея. Сокращенная история астрономии. СПб., 1809; Д. М. Перевощиков. Основания астрономии. М., 1842; Д. М. Перевощиков. Звездное небо. «Отечественные записки». СПб., 1840, т. XII, отд. II, № 10.

<sup>7</sup> В. Я. Струве. Этюды звездной астрономии. М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 25.

представляют некоторый интерес как для картографии, так и для геометрии.

Гораздо значительнее статьи по картографии Ф. И. Шуберта, из которых две посвящены проекции сферы, а три — проекции эллипсоида.

Участие в составлении карт и в других работах Географического департамента, где служил Шуберт, и который он фактически возглавлял с 1786 по 1799 г., а также хорошая математическая подготовка, в частности, знакомство с трудами Эйлера, Ламберта и Лагранжа, позволили Шуберту решить ряд актуальных вопросов математической теории географических карт. По мнению специалистов, картографические работы Ф. И. Шуберта «посвящены рассмотрению и изложению важных и довольно разнообразных вопросов по теории картографических проекций, составляя своеобразное руководство по данному предмету»<sup>4</sup>.

Картографические работы Шуберта были первыми среди его многочисленных мемуаров, опубликованных в изданиях Академии наук. В 1788 г. появились статьи «О проекции сферы на коническую поверхность» и «О проекции сферы наиболее удобной для определения площади»<sup>5</sup>.

В первой из них изложен способ проектирования сферы на плоскость посредством касательного конуса и дается вывод формулы центральной равноугольной конической проекции на конусе, который касается сферы по параллели, проходящей через середину картографируемой территории. Затем поверхность конуса развертывается на плоскости.

Шуберт сравнил свою проекцию с конической проекцией Делиля и нашел, что последняя менее совершенна и недостаточно строга с математической точки зрения, так как в ней проекцией полюса служит не точка, а некоторая параллель, т. е. нет взаимнооднозначного точечного соответствия, в то время как проекция Шуберта является проекцией в строгом смысле слова. В проекции Делиля все градусы широты равны, у Шуберта они возрастают по обе стороны средней параллели пропорционально их тангенсами. Но это значит, что проекция Делиля равнопроценточная, а проекция Шуберта — равноугольная, т. е. они принципиально различны.

Такое сопоставление ничего не дает, так как, вообще говоря, выбор равнопромежу-

точной или равноугольной проекций зависит от тех условий, которым должна удовлетворять карта.

Во второй статье Шуберт предложил свой способ определения площадей государств и отдельных территорий по картам, составленным в равновеликих проекциях. Этот способ заключался в использовании изоцилиндрической проекции для измерения площади посредством применения для каждой конкретной территории специально подобранных редуцированных коэффициентов. Шуберт вычислил эти коэффициенты для поверхности Земли в целом и для отдельных территорий: всей России, Камчатки, Новой Земли и главных европейских государств. Для сохранения равновеликости площадей на карте и на сфере необходимо, чтобы широты  $\lambda'$  на карте были пропорциональны их синусам на сфере радиуса  $r$  для каждой данной территории, т. е. чтобы  $\lambda' = m \sin \lambda$ , где  $m \geq 1$ ,  $r = 1$ . Число  $m$  и называется редуцированным коэффициентом. Для его вычисления Шуберт предложил формулу

$$m = \frac{\alpha - \beta}{\cos \mu (\sin \alpha - \sin \beta)},$$

где  $\alpha$  — наибольшая,  $\beta$  — наименьшая,  $\mu = \frac{\alpha + \beta}{2}$  — средняя широта страны.

Площадь территории, измеренную на карте путем наложения прямоугольной сетки, начерченной на прозрачной бумаге, и путем использования тригонометрических таблиц (этот способ Шуберт описал в § 3 своей статьи, на стр. 196—197), следует затем разделить на редуцированный коэффициент, вычисленный для той же территории. В результате получается площадь, близкая к истинной.

В 1795 г. Шуберт выполнил второе после Крафта (1786) измерение по картам площади всей России.

Следующие три статьи Шуберта по математической картографии объединены общим названием «О географической проекции эллиптического сфероида» (1789, 1790, 1793)<sup>6</sup>. Главной целью здесь является решение вопроса: следует ли принимать в расчет сплюснутость Земли при составлении географических карт и как она влияет на искажения? Задача эта была трудной и почти совсем новой.

Вопрос об учете сжатия земного эллип-

псоида<sup>7</sup> при математическом обосновании географических карт впервые поставил Ламберт в 1772 г. Лагранж (1781), а за ним Шуберт (1789) впервые занялись его разработкой, причем пошли совершенно разными путями.

Лагранж решил в общем виде задачу конформного отображения любой поверхности вращения на плоскость (воспользовавшись, подобно Эйлеру, функциями комплексной переменной) и вывел формулы для вычисления частного масштаба в любой точке карты. Он применил общее решение и тем особым случаем, в которых меридианы и параллели отображаемой поверхности отобразятся на карте окружностями. В частности, он рассмотрел случай, когда поверхность вращения является эллипсоидом. Из полученных в этом случае общих формул Лагранж вывел много следствий и объяснил их значение для построения географических карт.

Шуберт сразу же поставил конкретную задачу. Он решил рассмотреть проекцию эллипсоида на плоскость, конус и цилиндр, как это делали в случае проекции сферы, но в каждой проекции учесть влияние сжатия Земли. Решая более узкий вопрос, чем тот, который решал Лагранж, Шуберт, долгое время сам занимавшийся черчением карт, стремился по возможности облегчить практическую часть работы картографа. Поэтому, наряду с математическим обоснованием своих проекций (совершенно иным, чем у Лагранжа, ввиду различного подхода к проблеме), он много внимания уделил специальным вопросам практической картографии. Это дало повод Е. Коммерелю заметить<sup>8</sup>, что работы Шуберта носят более специальный, чем геометрический характер, и совсем не рассматривать их в своем обзоре истории геометрии во второй половине XVIII в. Мы считаем, что «специальный» характер работ Шуберта вовсе не умаляет их интереса для геометров. Эти работы принадлежат к числу первых попыток решить проблему отображения одной поверхности на другую с сохранением подобия достаточно малых частей, т. е. той задачи, решение которой настоятельно требовали актуальные нужды практики и которую только в 1825 г. в общем виде решил Гаусс.

Рассмотрим подробнее содержание работ Шуберта о проекции эллипсоида.

В первой статье ученый рассчитал только полярную и экваториальную стереографические проекции эллипсоида<sup>9</sup>.

Считая, по Ньютону, Землю эллипсоидом со сжатием, равным  $\frac{230}{229}$ , Шуберт по-

казал, что в полярных стереографических проекциях сферы и эллипсоида на плоскость экватора меридианы совпадают и только радиусы проекций соответствующих параллелей в проекциях эллипсоида больше, чем в проекции сферы. Разность радиусов параллелей будет максимальной на широте  $38^{\circ}13'27''$ , где она не превышает 0,00131  $a$  ( $a$  — радиус проекции параллели), т. е. такова, что, по мнению Шуберта, при составлении карт полушария в этой проекции ею можно пренебречь.

Здесь же доказано интересное геометрическое предложение: если эллипсоид вращения спроектировать из точки экватора на плоскость, перпендикулярную к радиусу этой точки, то как меридианы, так и параллели перейдут в эллипсы, подобные меридиану эллипсоида. Это предложение замечательно своей аналогией с известной теоремой стереографических проекций сферы, где всякий круг на сфере переходит в круг на проекции.

В конце статьи Шуберт привел свободное практическое руководство для построения сетки меридианов и параллелей на карте. Эта статья известна еще тем, что в ней впервые идет речь о «сохраняющей форму проекции эллиптической фигуры» (projectio figuratae ellipticae conformis)<sup>10</sup>. Именно отсюда произошел термин «конформные отображения», прочно вошедший в современную математику.

Вторая статья ученого посвящена исследованию косоугольной стереографической проекции эллипсоида. Тут Шуберт показал, что разностью между проекцией эллипсоида и сферы можно пренебречь в проекциях целого полушария, но для карт отдельных небольших областей, близких к полюсу или экватору, расхождения между проекциями сферы и эллипсоида будут столь значительными, что ими без ущерба для заданной точности карты пренебрегать уже нельзя. Доказательству этого важного положения и посвящена значительная часть второй статьи Шуберта.

Шуберт привел такой пример: если положить широту зенита равной  $\beta$  и следующую параллель  $\beta + 1^{\circ}$  провести на карте на расстоянии  $\delta = 3$  дюйма от первой, то радиус экватора  $a$  будет равен 114,59 дюйма и расстояние между сферической и эллиптической проекциями полюса будет

<sup>7</sup> Под этим здесь и дальше подразумевается эллипсоид вращения, сжатый у полюсов.

<sup>8</sup> V. K o m m e r e l. Analytische Geometrie der Ebene und des Raumes. В кн: M. C. a n t o r. Vorlesungen über Geschichte der Mathematik, t. IV. Leipzig, 1908, S. 576.

<sup>9</sup> Шуберт определял стереографическую проекцию эллипсоида аналогично той же проекции сферы. Обобщенные определения стереографической проекции эллипсоида начали появляться только во второй половине XIX в. См., например, В. В. К а в р а й с к и й. Математическая картография. М.—Л., 1934, стр. 217—221.

<sup>10</sup> F. T. S c h u b e r t. De projectione sphaeroidis ellipticae geographica. Dissertatio prima. «Nova Acta Acad. Scient. Petropol. ad annum 1787», 1789, p. 131.

<sup>4</sup> Г. А. Г и л а б у р г, Н. С. К а р л о в, Т. Д. С а л м а н о в а. Математическая картография в СССР. Ч. I. Исторический очерк и справочные данные. «Труды Центр. науч. иссл.-ин-та геод., аэрофотосъемки и картогр.», 1955, вып. 99, стр. 14.

<sup>5</sup> F. T. S c h u b e r t. De projectione sphaerae in superficiem conicam. «Nova Acta Acad. Scient. Petropol. ad annum 1784», 1788, t. II, p. 84—93; De projectione sphaerae ad determinandam aream maxime idonea. Там же, стр. 94—100.

<sup>6</sup> F. T. S c h u b e r t. De projectione sphaeroidis ellipticae geographica. Dissertatio prima. «Nova Acta Acad. Scient. Petropol. ad annum 1787», 1789, t. V, p. 130—146; De projectione sphaeroidis ellipticae geographica. Dissertatio secunda. Projectio stereographica horizontalis seu obliqua. «Nova Acta...», 1789, t. VI, p. 123—142; Projectio sphaeroidis ellipticae geographica. Dissertatio tertia. Projectio parvae superficiei telluris. «Nova Acta...», 1789, t. VII, p. 149—161.



равно 0,0727 дюйма, или 0,1846 см. А для специальных карт, где  $\delta > 3$ , это расстояние будет еще большим.

Поскольку в косой проекции полюс часто оказывается за пределами карты, то для составления карт околополярных областей Шуберт рекомендует пользоваться полярной проекцией, где поправками можно пренебречь. В заключение налагаются особенности построения градусной сетки при косой проекции эллипсоида и даются правила для определения радиусов окружностей, которыми можно заменить эллипсы при построении градусной сетки, так как построение эллипсов труднее, чем окружностей. Для черчения карт последнее было важно, но уже не ново, поскольку раньше трактовалось Лагранжем<sup>11</sup>.

В третьей статье, имеющей подзаголовок «Проекция малой части земной поверхности», в отличие от первых двух Шуберт рассмотрел не стереографическую, а коническую и цилиндрическую проекции эллипсоида. Часть земной поверхности, которую надо отобразить на карте, берется столь незначительной, что может рассматриваться как плоскость или по крайней мере как изогнутая плоскость.

Это было первое математическое обоснование конической и цилиндрической проекций эллипсоида. У предшественников Шуберта эти проекции совсем не рассматривались. Шуберт дал правила и формулы, которыми надо пользоваться, чтобы отобразить все небольшие участки поверхности эллипсоида с сохранением отношения площадей (условие равноудаленности) на конус, касательный к средней параллели проектируемой зоны. Здесь же ученый показал, как применять равнопромежуточную коническую проекцию Делля (которой тогда еще пользовались некоторые картографы) для случая перехода от шара к эллипсоиду.

Об очень тщательном расчете проекции эллипсоида свидетельствуют составленные Шубертом таблицы значений параметров, необходимых для вычерчивания карты. Таблицы составлены для двух значений сжатия земного эллипсоида — по Ньютону ( $1/292$ ) и Кайе ( $1/290$ ) — с точностью до шестого знака.

Рассмотренные работы Шуберта сыграли значительную роль в поднятии уровня русской картографии и в подготовке многочисленных кадров картографов. Любовь к геодезии и картографии Шуберту сумел привить своему сыну Ф. Ф. Шуберту, став-

шему впоследствии известным русским геодезистом.

Работы Ф. И. Шуберта по теории картографических проекций отличались современностью, математической обоснованностью, оригинальностью постановки вопросов и их решения. Вместе с тем почти в каждой работе учитывалась возможность практического использования в картографии результатов исследований, давались практические советы по вычислению проекций, по нанесению географической сетки и т. п.<sup>12</sup>

Как мы видим, в области математической картографии петербургские ученые XVIII в. были в числе ведущих. Такое положение легко объяснить тем, что сначала Л. Эйлер, а затем Ф. И. Шуберт долгое время возглавляли Географический департамент Академии наук и вели напряженную работу по организации и усовершенствованию картографических работ в России<sup>13</sup>.

Картография в России XVIII в. находилась на высоком уровне благодаря деятельности как Географического департамента Академии наук, так и самоотверженному труду геодезистов — воспитанников Московской навигацкой школы, Петербургской Морской академии, работавших в далеких и трудных экспедициях, а также офицеров квартирмейстерской части Генерального штаба, обслуживавших армию. История развития русской картографии XVIII в. исследована в докторской диссертации С. Е. Феля.

В 1799 г. Географический департамент в значительной мере в результате ходатайства Шуберта<sup>14</sup>, был признан ненужным и упразднен. Государственное картографирование перешло к специально созданному в 1797 г. «Собственному с.л.д. Дено карт», переименованному в 1812 г. в Военно-топографическое депо, которое вошло в учрежденный в 1822 г. Корпус военных топографов. Организацию последнего и первые астрономические, геодезические и картографические работы в начале XIX в. возглавил генерал Ф. Ф. Шуберт — сын академика Ф. И. Шуберта.

Внедрение представления о сферической форме Земли в географию и навигационные науки принесло большую пользу. Роль Ф. И. Шуберта в этом справедливо заслуживает высокой оценки.

В. И. Лысенко

<sup>11</sup> J.-L. Lagrange. Sur la construction des cartes géographiques. Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale des sciences et belles lettres de Berlin, année 1779 (1781); а также в серии «Ostwald's Klassiker der exakten Wissenschaften», № 55. Leipzig, 1894, S. 3—56.

<sup>12</sup> Г. А. Гинзбург, Н. С. Карпов, Т. Д. Салманова. Математическая картография в СССР..., стр. 15.

<sup>13</sup> В. Ф. Гичева. Географический департамент Академии наук XVIII века М.—Л., Изд-во АН СССР, 1946.

<sup>14</sup> См. донесение Ф. И. Шуберта в Академию наук о Географическом департаменте Академии наук 14 мая 1798 г. В кн.: В. Ф. Гичева. Географический департамент Академии наук XVIII века, стр. 231—232.

## ИЗ ИСТОРИИ БИБЛИОГРАФИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК В НАЧАЛЕ XX в.

В конце XIX — начале XX в. возник целый ряд библиографических изданий по естествознанию и математике как по узко специальным областям, так и включающих все области физико-математических и естественных наук. Среди них следует отметить составленный при участии более 40 стран и издававшийся в Лондоне «International Catalogue of scientific literature».

Возникновение плана издания международной библиографии относится к 90-м годам XIX в., когда Лондонское королевское общество разослало письма в адрес около 200 различных научных учреждений и обществ с предложением совместной работы по созданию полного справочника мировой физико-математической и естественнонаучной литературы<sup>1</sup>. Получив согласие многих стран, Королевское общество приступило к составлению библиографии. В 1895 г. в заинтересованные страны были посланы приглашения направить представителей для участия в созываемой в Лондоне в 1896 г. Первой международной конференции<sup>2</sup>.

На этой конференции были разработаны организационные вопросы. Руководство всей работой по изданию справочника было возложено на Международный совет; окончательное редактирование библиографических материалов поручалось Центральному бюро, а каждая страна, изъявившая желание участвовать в составлении «Международного каталога», брала на себя труд собирать согласно правилам, выработанным Международным советом, все научные работы соответствующих отраслей науки, классифицировать их по предварительной системе и передавать Центральному бюро<sup>3</sup>. Для этой работы в каждой стране надо было создавать местные бюро. По содержанию «Международный каталог» был определен как библиографический справочник, который должен регистрировать все труды по математике, астрономии, физике, химии, минералогии, геологии, географии, ботанике, зоологии, анатомии, физиологии, психологии и антропологии независимо от места и вида их издания.

Специальная комиссия, назначенная Лондонским королевским обществом, выработала в течение 1896—1898 гг. схему клас-

сификации литературы для будущей библиографии. Согласно предложению этой комиссии, все физико-математические и естественные науки были разделены на 17 отделов; в соответствии с этим ежегодно должно было издаваться 17 томов, включающих литературу одного из отделов за год.

На происходивших вслед за этим Второй и Третьей международных конференциях (1898 и 1900) и на заседаниях Международного предварительного комитета были обсуждены все остальные вопросы будущего издания.

Программа предполагавшегося библиографического справочника нашла широкий отклик на страницах мировой печати. Международный библиографический институт в Брюсселе в 1899 г. выпустил сборник, специально посвященный обсуждению предложений Лондонского королевского общества<sup>4</sup>. Многие научные журналы разных стран поместили статьи в пользу идеи международной библиографии. Начинания Лондонского королевского общества обеспечили успех издания «International Catalogue of scientific literature», первый том которого вышел в 1901 г.

Письмо в Россию с приглашением принять участие в международной библиографии было послано в Академию наук<sup>5</sup>. Однако ни на одной из трех состоявшихся в Лондоне конференций русского представителя не было. Несмотря на это Академия наук не осталась безучастной к идее международного сотрудничества в области библиографии. Первое сообщение о возникшем международном предприятии было сделано академиком М. А. Рыкачевым на заседании Физико-математического отделения Академии наук 20 ноября 1896 г., где было высказано пожелание, чтобы и Россия приняла участие в этом начинании<sup>6</sup>. 26 марта 1897 г. при Академии наук была образована комиссия для обсуждения роли русских ученых в создании справочника и изыскания средств на его издание. В комиссию вошли крупнейшие ученые: зоолог А. О. Ковалевский, ботаник С. И. Коржинский, метеоролог, директор Главной физической обсерватории М. А. Рыкачев, ботаник А. С. Фаминицын и геолог Ф. И. Чернышев. К работе комиссии был привлечен также член-корреспондент Ф. П. Кеннен, составитель изданной в 1905—1907 гг. известной

<sup>1</sup> Архив АН СССР, ф. 179, оп. 1, № 2, л. 22.

<sup>2</sup> См. протоколы конференции, опубликованные в «Изв. АН», 1897, т. VI, № 1, стр. 41—48; Полный отчет о ее работе издан в Лондоне: «Report of the proceedings at the international Conference on a Catalogue of scientific literature, held in London, July 14—17, 1896». London, 1896.

<sup>3</sup> «Изв. АН», 1897, т. VI, № 1, стр. 44.

<sup>4</sup> «Le projet du catalogue international des sciences de la Société Royale de Londres. Observations présentées par l'Institut international de bibliographie». Bruxelles, 1899.

<sup>5</sup> Архив АН СССР, ф. 179, оп. 1, № 1, л. 1.

<sup>6</sup> Там же, ф. 1, оп. 1-а, № 143, § 368.

библиографии русской зоологической литературы<sup>7</sup>.

В этом составе комиссия приступила к работе и уже в мае 1898 г. был заслушан ее доклад на заседании Физико-математического отделения, в котором говорилось, что «ознакомившись с вопросом об интернациональном библиографическом сборнике, комиссия пришла к заключению, что участие России в этом предприятии весьма желательно... Что же касается текущей русской литературы, то комиссия полагает, что издание ее имело бы важное значение на русском языке как самостоятельных сборников для пользования русских исследователей... из этих сборников международная конференция могла бы черпать материал для интернационального сборника»<sup>8</sup>.

Так, уже в самом начале работы комиссии возникла осуществленная позднее идея издания «Русской библиографии по естествознанию и математике», в которую включена вся русская физико-математическая и естественнонаучная литература начала XX в.

23 декабря 1898 г. на заседании академической комиссии в присутствии представителя Лондонского королевского общества профессора Шиплея, академик А. С. Фаминцын от имени Академии наук сообщил, что Россия будет участницей международного издания<sup>9</sup>. Вскоре расширенный состав комиссии провел еще несколько заседаний, на которых была разработана специальная инструкция о правилах подготовки материалов для «Международного каталога», установлен список периодических научных изданий и затем дела переданы организованному в 1901 г. постоянному академическому учреждению — Бюро международной библиографии. Председателем его был избран А. С. Фаминцын, товарищем председателя — Н. А. Мещуткин.

Первое заседание Бюро состоялось 28 августа 1901 г., когда были избраны сотрудники, которым предстояло сразу же начать работу по сборанию русской литературы каждому по своей специальности: Д. Ф. Селиванов (математика и механика), Н. П. Боргмал (физика), Н. А. Мещуткин (химия), С. К. Костинский (астрономия), Е. А. Гейнц (метеорология), П. А. Землячелский (минералогия), В. К. Поленов

(геология и палеонтология), Ю. М. Шюкальский (география), И. П. Бородин (биология и ботаника), П. Ю. Шмидт (зоология и анатомия) и Д. А. Короничевский (антропология)<sup>10</sup>. В дальнейшем состав Бюро был несколько расширен.

Одной из первых трудностей, возникших перед Бюро, было плохо поставленное в России дело регистрации литературы. Поэтому уже в 1901 г. А. С. Фаминцын предложил на рассмотрение Общего собрания Академии наук проект плана урегулирования регистрации печатных работ. Но этому проекту не было уделено должного внимания. С самого начала деятельности Бюро не располагало средствами и помещением, что тоже создавало большие трудности в работе. Тем не менее, уже в первый год своего существования оно успешно работало по сборанию русской литературы. В одном из протоколов заседания Бюро приведены статистические данные, позволяющие судить о размерах его работы: за 1901 г. было зарегистрировано более 4000 названий работ по математике и естествознанию<sup>11</sup>.

Конкретные, практические вопросы издания русской части «Международного каталога» обсуждались в 1902 г.; было вынесено решение о том, что «представляется возможным воспользоваться копиями с отправляемых в Лондон карточек для издания русской библиографии в виде ежегодных каталогов»<sup>12</sup>. Предложение Бюро об издании «Русской библиографии» было внесено на обсуждение Общего собрания Академии наук<sup>13</sup>. Академия наук выразила согласие принять на свой счет издание каталогов.

Таким образом, начиная с 1903 г., Бюро работало не только для международного издания, но и для создания русской библиографии физико-математической и естественнонаучной литературы.

Такого рода отдельные части международной библиографии печатались не только в России. Но из всех местных бюро — участников «Международного каталога», которых к 1914 г. насчитывалось свыше 40, лишь четыре издавали свои библиографии: Петербургское, Парижское<sup>14</sup>, Берлинское<sup>15</sup> и Краковское<sup>16</sup>.

Первый том «Русской библиографии по естествознанию и математике», содержащий сведения о литературе 1901 г., вышел

в свет в сентябре 1904 г. с большим предисловием А. С. Фаминцына. Примерно тогда же возник вопрос о распространении нового издания. На заседании Бюро 5 апреля 1905 г. было решено, что «Русская библиография» будет рассылаться книжным складом Академии наук по всем русским научным учреждениям, получающим «Записки Академии наук по Физико-математическому отделению», физико-математическим и медицинским факультетам университетов и членам-корреспондентам Физико-математического отделения. Кроме того, «Русскую библиографию» решено было посылать за границу. Несмотря на поздний выход в свет томов «Русской библиографии» она скоро завоевала широкое признание. Об этом свидетельствует ряд писем, присланных в Бюро в разное время различными организациями с просьбой о высылке им этого справочника. Среди писем — запросы библиотеки Московского сельскохозяйственного института, Одесской городской публичной библиотеки, Оренбургской ученой архивной комиссии, Метеорологического бюро Главного управления землеустройства и земледелия многих других учреждений; библиотек и обществ<sup>17</sup>.

В связи с общим ростом числа научных изданий объем работы Бюро все время увеличивался. До 1912 г., за 12 лет существования Бюро, изданы первые четыре тома «Русской библиографии», за последующие пять лет вышло еще пять. Перед первой мировой войной число просматриваемых периодических изданий для составления «Международного каталога» и «Русской библиографии» доходило до 700, причём на одного математика приходилось 40 работ, а на зоолога до 250.

К 1913 г. в Лондоне издано 170 томов «International Catalogue of scientific literature», содержащих литературу за первое десятилетие XX в. Эти тома содержали 595 426 заглавий работ, причём по странам это число распределялось так: Германия дала 1/2 всей мировой литературы, САСШ, Англия и Франция — по 1/8 и Россия 1/20 часть. Ежегодно из Лондона Бюро получало около 500 томов «Международного каталога», которые рассылались всем университетам и почти 100 русским научным учреждениям и обществам.

После реорганизации Бюро в «Русскую библиографию» была включена популярная, педагогическая и переводная литература. Расширение «Русской библиографии» в известной мере было вызвано тем, что к этому времени перестал выходить «Указатель русской литературы по математике, физике и прикладным естественным наукам», издававшийся в Кьене Н. А. Вунго, а затем В. К. Совинским. Обоснован-

ная это решение Бюро, А. С. Фаминцын в докладе на заседании Физико-математического отделения в конце апреля 1914 г. говорил: «Двенадцатилетний опыт показал... что вести «Русскую библиографию» необходимо на совершенно иных началах, чем до сих пор. «Русская библиография» не должна быть простой выпиской из «Международного каталога»... Русским ученым, особенно таким, которые изучают специальную русскую природу, и огромному кругу образованных людей, интересующихся наукой... необходима также и другая литература, не входящая в «Международный каталог»<sup>18</sup>. Физико-математическое отделение утвердило проект Бюро о расширении «Русской библиографии», и начиная с седьмого тома она стала издаваться по расширенной программе. Работы, которые не попали в «Международный каталог», отмечались, начиная с этого тома, знаком Ж что и было оговорено в предисловии.

Перед первой мировой войной Бюро выпустило в свет самый полный из всех напечатанных им списков периодических изданий<sup>19</sup>, в котором зарегистрировано свыше 600 названий. Этот список и списки других лет издания<sup>20</sup> предполагался вначале для служебного пользования, но уже вскоре после его выхода в свет и по сегодняшний день к нему обращаются как к ценному справочнику по периодике начала XX в.

Издание библиографии было крайне затруднено начавшейся в 1914 г. первой мировой войной, тем не менее работа по составлению «Международного каталога» продолжалась. По-прежнему издавалась и «Русская библиография». В 1914—1915 гг. Бюро собрало материал для девятого тома, который содержал литературу за 1912 и 1913 гг. В предисловии к этому тому А. С. Фаминцын писал о трудности печатания десятого тома, который так и не вышел в свет. Карточка собранной литературы за 1914 г. для десятого тома «Русской библиографии» хранится в Библиотеке Академии наук СССР.

К концу 1916 г. относится записка академика В. А. Стеклова с предложением об организации нового библиографического бюро. По его мнению, оно должно собирать литературу не только по физико-математическим и естественным, но и по гуманитарным наукам. Эту работу В. А. Стеклов предложил вести сотрудникам библиотеки Петрограда с привлечением специалистов высших учебных заведений и научных обществ всей России. Автор записки считал нецелесообразным после организации нового библиографического учреждения сохранять деятельность существующего Бюро международной библиографии; однако в

<sup>7</sup> F. P. K ö r p e n. Bibliotheca zoologica rossica. Literatur über die Thierwelt Gesamtlands bis zum Jahre 1895 incl. Bd. 1—2. St.-Pb., 1905—1907.

<sup>8</sup> Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1-а, № 145, § 203.

<sup>9</sup> Там же, ф. 179, оп. 1, № 1, л. 15.

<sup>10</sup> Там же, № 2, л. 25.

<sup>11</sup> Там же, л. 87 (здесь же имеются цифры распределения этих работ по отдельным наукам).

<sup>12</sup> Там же, л. 77—77 об.

<sup>13</sup> Там же, ф. 1, оп. 1-а, № 149, § 240.

<sup>14</sup> Bibliographie scientifique française. Paris, 1902—1942.

<sup>15</sup> Bibliographie der deutschen wissenschaftlichen Literatur. Berlin, 1902—1914.

<sup>16</sup> Katalog literatury naukowej polskiej. Kraków, 1901—1952 (последний, 21 том за 1945—1949 гг. вышел в 1952 г. под названием «Katalog polskiej literatury matematyczno-przyrodniczej»).

<sup>17</sup> Архив АН СССР, ф. 1, оп. 1-а, № 154, § 334; там же, § 155, 224 и др.

<sup>18</sup> Там же, № 161, § 302.

<sup>19</sup> Список периодических изданий, из которых выбирается научная литература по естествознанию и математике для международного каталога «International Catalogue of scientific literature». СПб., 1914.

<sup>20</sup> Были напечатаны, кроме этого, еще списки 1901, 1902, 1907 и 1916 гг.

связи с большим опытом работы Бюро он предлагал не ликвидировать его, а слить вновь организованное Бюро с существующим<sup>21</sup>.

В «Объяснительной записке к проекту общего штата Академии наук», относящегося к первым годам Советской власти, мы находим сведения о составе Бюро, обязанностях его сотрудников и необходимых для работы средствах<sup>22</sup>. В трудных условиях гражданской войны и военной интервенции Бюро продолжало свою работу совместно с организованной в 1917 г. Книжной палатой<sup>23</sup>. В эти же годы значительно изменился состав Бюро. 30 октября 1918 г. умер секретарь Бюро Е. А. Гейнц, а 8 декабря — председатель академик А. С. Фаминцын. Вскоре председателем Бюро становится Н. П. Бородин, секретарем — К. В. Меликов. В 1920 г. при их участии создается Совет Бюро, который в дальнейшем руководит всей работой. В отчете Бюро за 1920 г. сказано, что «перед Бюро стоит неотложная задача в той или иной форме принять участие в работе по организации и налаживанию научной информации»<sup>24</sup>. Эта идея была одобрена Общим собранием Академии наук 4 января 1921 г.<sup>25</sup> Но в октябре 1924 г. Общее собрание утвердило предложение о закрытии Бюро как самостоя-

тельного академического учреждения и о присоединении его к Библиотеке Академии наук.

Издававшаяся академическим Бюро «Русская библиография по естествознанию и математике» была полным и точным отражением состояния русской науки начала XX в. с данными о большом числе выдающихся русских естествоиспытателей. Многие из них сами участвовали в составлении «Русской библиографии», что обеспечило высокое качество ее издания. Выпущенные Бюро девять томов этих библиографических ежегодников являются единственным справочником по всей русской физико-математической и естественнонаучной литературе 1901—1913 гг., поэтому до сих пор они не утратили своего значения.

В исторической и библиографической литературе деятельность Бюро международной библиографии почти не освещалась. Имеется лишь несколько статей сотрудников Бюро<sup>26</sup>, выступавших на страницах русской печати с целью популяризации его работы, и небольшая заметка Н. В. Здобнова в «Истории русской библиографии»<sup>27</sup>.

А. М. Соркин  
(Ленинград)

<sup>21</sup> Архив АН СССР, ф. 162, оп. 3, № 57, л. 1—12.

<sup>22</sup> Там же, ф. 179, оп. 1, № 12, л. 181 об., 183.

<sup>23</sup> Подробнее об этом см. в записке «Участие Бюро в библиографических работах Книжной палаты». Архив АН СССР, ф. 160, оп. 1, № 196, л. 1—8.

<sup>24</sup> Там же, ф. 179, оп. 1, № 9, л. 21.

<sup>25</sup> Там же, ф. 708, оп. 1, № 22.

<sup>26</sup> Кроме уже упомянутых, есть еще следующие работы: Е. А. Гейнц. Бюро международной библиографии при Академии наук. В сб.: «Русские библиографические организации». Пг., 1915, стр. 34—39; Ф. П. Кеппель. Об издании международной библиографии по точным наукам. «Журн. мин-ва нар. просвещения», 1900, т. 330, стр. 102—137; т. 331, стр. 1—32, 45—70; А. С. Фаминцын. О международной библиографии по естествознанию и математике. «Мир божий», 1902, № 11, стр. 90—101.

<sup>27</sup> Н. В. Здобнов. История русской библиографии до начала XX века. Изд. 2. М., 1951, стр. 401—402, 454—455.

## ЗНАЧЕНИЕ ОБОБЩЕНИЙ БЕРЦЕЛЛУСА В ОБЛАСТИ КАТАЛИЗА

Обобщения Берцеллуса в области катализа вызвали противоречивые мнения, содержащие часто недостаточные обоснованные или вовсе бездоказательные выводы. Этот вопрос представляет большой интерес, так как он связан с оценкой взглядов одного из выдающихся ученых прошлого столетия, чьи научные открытия являются важнейшим вкладом в естественнонаучный материализм.

Обобщения Берцеллуса в области катализа начали публиковаться с 30-х годов прошлого столетия. Однако интерес Берцеллуса к катализу возник значительно раньше. Еще в 1824 г. он характеризовал

реакции, осуществляемые при помощи платины, как «во всех отношениях самое важное открытие»<sup>1</sup>. Говоря о значении этого открытия, Берцеллус подчеркивал, что найдено новое проявление химического средства, выражающегося в совершенно особом действии электричества. В 1835 г. в «Годичных известиях» Берцеллус посвятил каталитическим реакциям специальный раздел, заглавие которого указывало на цели публикации — «Некоторые идеи об одной до сих пор незамеченной силе, действующей при образовании органических соединений в живой природе»<sup>2</sup>. Здесь Берцеллус объединил все известные до того

времени (преимущественно неорганические) реакции, происходящие при помощи различных агентов, в особый тип химических явлений — катализ. В этом же разделе «Годичных известий» он рассмотрел многие каталитические реакции, сравнивая их с уже изученными реакциями обмена, и высказал предположение о том, что каталитические явления должны быть широко распространены не только в неорганической, но и в живой природе. Но так как причины, вызывающие эти явления, были в то время неясны, совокупность их Берцеллус условно назвал *каталитической силой*; такое название должно указывать на аналогию с *электрической силой*, обуславливающей, по его мнению, все обычные реакции.

Это обобщение Берцеллуса, было встречено учеными по-разному. Так, Либих считал, что «принятие новой силы не выгодно для развития науки», поскольку оно означает объяснение одного неизвестного другим неизвестным и «ставит предел дальнейшим исследованиям»<sup>3</sup>. Либих полагал, что обобщение в новой области явлений возможно лишь на основе указания конкретных причин каталитических явлений. В этой связи он выдвинул теорию катализа, сущность которой состояла в механической передаче молекулярных колебаний агента, т. е. катализатора, реагенту. Дальнейшее развитие эта теория получила в работе Н. Н. Зинина<sup>4</sup>, который, подобно Либиху, критиковал Берцеллуса за подмену конкретных причин катализа «неизвестной силой». Аналогичный упрек Берцеллусу делал Шенбейн. «Постановкой таких гипотез,— говорил он,— двигают науки, потому что они по крайней мере только маски, которыми мы стараемся скрыть наше незнание, только ослиные мостики, к которым мы прибегаем, когда принятие теории перестает нам помогать»<sup>5</sup>. Обвинение Берцеллуса в выдвигании пустой абстракции — каталитической силы вместо конкретных причин катализа продолжалось длительное время. Почти столетие позже Вильхелм Вильхелм называл обобщение Берцеллуса «подавленным гипотетическим объяснением», которое якобы ограничило интерес к катализу<sup>6</sup>.

Обобщение Берцеллуса подверглось критике также со стороны А. И. Ходнева, выступавшего с позиций естественнонаучного

материализма. А. И. Ходнев рассматривал «каталитическую силу» Берцеллуса как проявление витализма. Касаясь ферментативных процессов, он писал: «было время, когда для объяснения этого процесса допускали существование особой, даже олицетворенной силы... долго и впоследствии этот процесс оставался таинственным, долго управляла им мифически-таинственная жизненная сила; но, наконец, и в этом процессе открыли явления химические, те же самые, что и вне организма. Чем меньше мы будем доверять силам, ничего не объясняющим, тем скорее разгадаем явления органической природы»<sup>7</sup>.

В отличие от Либиха, А. И. Ходнева и других химиков, Велер считал, что Берцеллус, говоря о катализе и «каталитической силе», пытался лишь объединить группу явлений, «в настоящее время необъяснимых»<sup>8</sup>. Такого же мнения придерживался Сванберг<sup>9</sup>. Известный специалист по катализу А. Митташ, присоединяясь к этому мнению, указывал, что спор вызвало «несколько осторожное выражение «каталитическая сила», в котором противники Берцеллуса усматривали не просто новое «словообразование», а указание на какую-то особую, таинственную причину всех каталитических реакций». В действительности же Берцеллус, по мнению Митташа, никаких причин катализа называть не желал, чтобы с течением времени «лучше при помощи опыта дать возможность выявиться особому объяснению, чем довольствоваться поспешным и недостаточным»<sup>10</sup>.

Совершенно особую позицию в отношении обобщений Берцеллуса занимал Оствальд. Как было отмечено<sup>11</sup>, Оствальд освещал работы Берцеллуса по катализу тенденциозно, пытаясь использовать их для аргументации своих положений о катализаторах, которые, по его мнению, одним лишь присутствием ускоряют и без того протекающие химические реакции. Желая приобрести авторитетного союзника, Оствальд стремился представить учение Берцеллуса о катализе как энергетическое воззрение<sup>12</sup>, что настолько ему удалось, что Митташ воспринял утверждение Оствальда как историческую действительность и стал противопоставлять «механическим» идеям Либиха «энергетические» воззрения Берцеллуса<sup>13</sup>.

<sup>1</sup> J. Liebig. «Lieb. Ann.», 1839, Bd. 30, S. 250.

<sup>2</sup> Н. Н. Зинин. О соединениях бензоила и об открытых новых телах, относящихся к бензольному ряду. СПб., 1841, стр. 11.

<sup>3</sup> Ch. Schönbein. «Pogg. Ann.», 1838, Bd. 43, S. 1.

<sup>4</sup> Цит. по кн.: А. Митташ, Э. Тейс. От Дэви и Деберейнера до Дикона. Харьков, ОНТИ Укр. ССР, 1934, стр. 73, 83.

<sup>5</sup> А. И. Ходнев. «Журн. мин-ва нар. просвещения», 1852, т. XXV, отд. II, стр. 75.

<sup>6</sup> F. Wöhler. «Lieb. Ann.», 1837, Bd. 22, S. 22.

<sup>7</sup> K. Swaberg. «Berz. Jahresbericht», 1847/49, Bd. 28, S. 8.

<sup>8</sup> А. Митташ, Э. Тейс. От Дэви и Деберейнера до Дикона..., стр. 25.

<sup>9</sup> В. И. Кузнецов. Вопросы истории естествознания и техники, 1960, вып. 0, стр. 79.

<sup>10</sup> В. Оствальд. Эволюция осн х проблем химии. М., 1909, стр. 220.

<sup>11</sup> А. Митташ, Э. Тейс. От Дэви и Деберейнера до Дикона..., стр. 83.

Отрицательное отношение к обобщениям Берцелиуса в области катализа было воспринято (во многих случаях, вероятно, чисто механически) и некоторыми современными авторами. Так, Б. Н. Долгов в своем учебнике по катализу пишет: «...специфичность каталитических явлений И. Берцелиус приписывал проявлению непознаваемой и не связанной с материей силы (динамиды), которую он назвал «каталитической силой», или «таинственной силой» (*vis occulta*), а катализом — превращения веществ, происходящие под влиянием этой силы»<sup>14</sup>. В таком же роде дается характеристика взглядов Берцелиуса на катализ в Большой советской энциклопедии<sup>15</sup> и в ряде других источников.

Наиболее резкой критике подверглись обобщения Берцелиуса в статье А. Е. Луцкого<sup>16</sup>, который считал их частью «цельного мировоззрения» Берцелиуса, а именно — идеалистического мировоззрения. А. Е. Луцкий пытался даже электрохимическую теорию Берцелиуса объяснить виталистической.

Каким образом могло возникнуть столь отрицательное отношение к обобщениям Берцелиуса в области катализа? Является ли в самом деле «каталитическая сила» поводом для того, чтобы опорочить все, что говорил Берцелиус о катализе, и одновременно считать самого ученого активным проповедником идеализма? Рассмотрим этот вопрос на основании изучения работ Берцелиуса.

Сущность первой фундаментальной работы Берцелиуса в области катализа заключается в следующем.

1. Отправным пунктом в развитии идей Берцелиуса о химическом средстве, в том числе и особом проявлении этого средства в каталитических реакциях, является его электрохимическая теория. Он начинает излагать свои соображения о катализе с положения о том, что все изученные до сих пор химические превращения, совершающиеся в неживой природе, происходят вследствие проявления «противоположных электрических отношений (*Relationen*)», свойственных веществу, или, что одно и то же, вследствие действия электрической силы<sup>17</sup>.

2. Берцелиус ставит задачу изучить процессы превращения веществ не только в неживой природе, но и тех, которые протекают в организмах растений или животных. «Когда мы с опытом, почерпнутым из безжизненной (*leblose*) природы, обратились к изучению процессов, происходящих

в живой природе, — продолжает он, — то мы нашли, что в ее органах создаются тела самого разнообразного строения, сырым материалом для которых служит вообще одна единственная жидкость или раствор, более или менее медленно обращающийся в сосудах»<sup>18</sup>. Так, из сока растений образуется древесина, из плазмы крови создается молоко, желчь, моча. Для разъяснения этих процессов, согласно Берцелиусу, неживая природа пока не давала нам ключа.

Действительно, Берцелиус в начале прошлого столетия установил общность нескольких основных законов для неорганических и органических тел. Далее, он пришел к выводу и о том, что превращения многих простейших органических веществ подчиняются тем же требованиям дуалистической теории, что и реакции между неорганическими веществами. Однако всего этого было недостаточно, чтобы уяснить сущность сложных явлений, происходящих в «лаборатории живого организма». Затем Берцелиус нашел некоторую общность между процессами, протекающими в живой и неживой природе, которую он рассматривает если не как ключ, то как что-то, позволяющее до известной степени понять превращения, совершающиеся в живых организмах. Эти новые возможности он видит в открытиях Кирхгофа, Тенара, Г. Дэви и Э. Дэви и Деберейнера, в проявлении тех отношений, которые складываются между химическими реагентами и «телами, вызывающими обмен составных частей», в том числе ферментами. «Мы убедились на опыте, — свидетельствует он, — что превращение сахара в углекислоту и спирт, которое совершается при брожении под влиянием нерастворимого тела, известного под названием фермента, не может быть объяснено действием, подобным двойному разложению между сахаром и ферментом. Но при сравнении с известными в неживой природе отношениями, оно ни с одним из них не обнаруживает такого большого сходства, как с разложением перекиси водорода под влиянием платины, серебра и фибрина. Являлось естественным для фермента предположить аналогичное действие»<sup>19</sup>.

Так Берцелиус перебрасывает еще один мост между реакциями неорганических веществ и превращениями органических соединений.

Оттенил особенность превращений, совершающихся лишь при помощи таких агентов, как платина, серебро, а также ферменты, он говорит: «Тело, вызывающее здесь

обмен составных частей... осталось неизменным и действовало, следовательно, при помощи присущей ему силы, природа которой нам еще не известна, хотя ее существование сделалось таким образом заметным»<sup>20</sup> (разрядка моя. — В. К.).

3. Берцелиус дал определение явления катализа. «Многие как простые, так и сложные тела в твердом виде и в форме раствора, — указывает он, — обладают свойством влиять на сложное тело о себе и о, совсем отл и ч и о от обычного химического средства. Это выражается в том, что они в сложном теле производят превращения... причем вовсе не обязательно, чтобы они сами принимали участие в данном процессе, хотя иногда и это имеет место»<sup>21</sup>. Причина указанных явлений, подчеркивает Берцелиус, пока не ясна. Но времени с момента первых каталитических открытий прошло довольно много, накопилось достаточно фактов, появились данные, свидетельствующие о распространении каталитических явлений в живой природе и позволяющие по-новому подойти к оценке преобразований органических веществ. Поэтому, исходя из своих представлений о преобразовании материи под действием сил, Берцелиус объединяет все причины, вызывающие каталитические явления вне зависимости от их изученности, в одну общую категорию, которую и называет «каталитической силой».

«Эта новая сила, свойственная как неорганической, так и органической природе и вызывающая химическую деятельность, — говорит Берцелиус, — должна встречаться гораздо чаще, но природа ее для нас пока еще закрыта». Вместе с тем он вовсе не одухотворяет, а, наоборот, указывает на ее материальное происхождение: «Если и называю ее новой силой, то ни в коем случае у меня не является мысль объяснить ее состояние независимым от электрохимических отношений материи; и а о б о р о т, я могу предположить, что она является одним из их проявлений»<sup>22</sup>.

Важно подчеркнуть еще, что это выступление опубликовано как раздел, относящийся к главе «Растительная химия» Годичных известий. В то время, как некоторые химики (например, Жерар), придерживаясь витализма, утверждали, что «химические силы прямо противоположны жизненной силе, а поэтому химик действует в направлении, противоположном действию жизненной силы»<sup>23</sup>, Берцелиус в том же выступлении указывал: «Если мы обратимся теперь с этой идеей к х и м и ч е-

ским процессам в живой природе (разрядка моя. — В. К.), то перед нами открывается совершенно новый источник света... Мы получаем обоснованный повод думать, что в живых растениях и животных происходит тысячи каталитических процессов между тканями и жидкостями и вызывают образование множества разнообразных химических соединений, для создания которых из общего сырого материала (растительного сока или крови) мы никогда бы не могли усмотреть приемлемой причины, и которую мы в будущем, может быть, откроем в каталитической силе органической ткани, из которой состоят органы живого тела»<sup>24</sup>. Эти замечательные слова актуальны и сейчас; только вместо слова «сила» мы сказали бы «способность» или «активность».

В 1843 г. вышел первый том пятого переработанного издания «Учебника химии» Берцелиуса, в котором идеи о катализе получили дальнейшее развитие. Учебник открывается отделом «Материя и силы», где автор излагает вопросы проявления и изменения вещества, изученные к тому времени. В следующем разделе «Силы» (*Die Dinamide*) он рассматривает формы движения материи — свет, теплоту и электричество (стр. 30—115). В главе «Электричество», относящейся к отделу «Силы», Берцелиус помещает ряд разделов, в том числе разделы «Электрическая теория» и «Каталитическая сила» (стр. 110—112). Здесь он описывает еще ряд новых явлений катализа, и (в отличие от первого выступления в Годичных известиях) указывает на возможность участия катализаторов в реакциях своим химическим средством. Раздел заканчивается словами, подчеркивающими материальную электрохимическую природу причин катализа: «Если наши вышеприведенные идеи основаны на том, что химически соединения обуславливаются электрическими соотношениями основных веществ, тогда ясно, что каталитическая сила должна состоять в некотором влиянии на полярность атомов, которую она увеличивает, уменьшает или изменяет так, что по сути дела она основана на возбужденных электрических соотношениях; о е о в н у т р е н н о м п р о ц е с с е (механизм. — В. К.) мы не можем в настоящее время сделать никакого вероятного предположения»<sup>25</sup> (разрядка Берцелиуса).

Таким образом, обобщение Берцелиуса в области катализа можно свести к следующим положениям: а) каталитические явления представляют, наряду с обычными реакциями, самостоятельный путь осуществ-

<sup>14</sup> Б. Н. Долгов. Катализ в органической химии. Л., Госхимиздат, 1959, стр. 16, 23.

<sup>15</sup> БСЭ, т. 5, стр. 62.

<sup>16</sup> А. Е. Луцкий. Необходимые поправки к работе Митташа и Тейса. В кн.: А. Митташ, Э. Тейс. От Дэви и Деберейнера до Дикона...

<sup>17</sup> Электрическая сила химического средства рассматривалась Берцелиусом всегда как одно из основных свойств, присущих материи и проявляющихся в раздвоенной и противоположных отношениях. Эта идея и составляла основу электрохимической теории.

<sup>18</sup> J. Berzelius. «Berz. Jahresbericht», 1834/36, Bd. 15, S. 237—238.

<sup>19</sup> Там же, стр. 238.

<sup>20</sup> Там же, стр. 238.

<sup>21</sup> Там же, стр. 240.

<sup>22</sup> Там же, стр. 240—245.

<sup>23</sup> Цит. по Ю. С. Мусабоеву. История органического синтеза в России. М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 19.

<sup>24</sup> J. Berzelius. «Berz. Jahresbericht», 1834/36, Bd. 15, S. 244.

<sup>25</sup> J. Berzelius. «Lehrbuch der Chemie. 5 Aufl., Bd. I. Dresden u. Leipzig, 1843, S. 110.

вления разнообразных химических превращений, происходящих под влиянием веществ, которые остаются после реакции практически неизменными; б) каталитические реакции свойственны как неорганической, так и живой природе; в последней они больше распространены и, вероятно, составляют основу жизненных процессов. Катализаторами химических процессов в живом организме являются, кроме ферментов, фибрин и сама ткань организмов; в) изучение катализа открывает новый «источник света» для познания химических процессов, в том числе и прежде всего в живой природе; г) причины каталитических явлений пока не ясны, но они представляют собою из проявлений электрохимических отношений материи.

Условно (для «упрощения наших рассуждений», как указывал сам Берцелиус) такие явления названы «каталитической силой». Надо подчеркнуть, что «каталитическая сила» Берцелиуса — это условное литературное выражение многих причин, среди которых он допускает и прямое участие катализатора в реакции «своим средством».

Мы привели лишь самое важное для характеристики обобщений Берцелиуса в области катализа. Как видно, эти обобщения не дают никаких оснований для того, чтобы их можно было объявить проявлением идеализма. Наоборот, из сказанного с очевидностью следует, что они имеют прогрессивное значение. Обобщения Берцелиуса в области катализа четко определяют круг вновь открытых и, как оказалось, весьма распространенных явлений природы; они направлены на дальнейшее глубокое исследование органических реакций и процессов, совершающихся в живой природе, перебрасывают еще один мост между миром неорганической и живой природы и содержат прогнозы на столетие с лишним вперед.

Не останавливаясь подробно на мировоззрении Берцелиуса, которое в целом можно характеризовать как стихийно материалистическое, важно подчеркнуть прогресс во взглядах ученого на природу катализа. В этой связи нельзя не сказать несколько слов о его отношении к витализму.

Берцелиуса иногда причисляют к сторонникам витализма. Поборники идеализма исходят при этом из стремлений привлечь в союзники крупнейших ученых. Но сам Берцелиус при всей сложности вопросов, с которыми ему пришлось сталкиваться в процессе создания фундамента органической химии, никогда не считал, что

между живым и неживым существует непреходимая пропасть. Наоборот, он стремился найти связь между ними. В жизненной силе, к которой он вынужден был прибегать как к категории, содействующей жизни растений и животных, Берцелиус не видел ничего сверхъестественного, считая ее игрой обычных природных сил, находящихся под влиянием множества разнообразных условий<sup>26</sup>.

Некоторая непоследовательность философских взглядов Берцелиуса проявилась не при решении кардинального вопроса о взаимосвязи живого и неживого, на который по-разному отвечали материалисты и виталисты, а при решении других вопросов. Берцелиус считал, что в «лаборатории живых организмов», в синтезе ж и в о й плазмы и воспроизводства живого живым человек никогда не будет способен разобраться до конца. Эта сторона жизнедеятельности организмов (относящаяся собственно больше к компетенции биологии, чем химии) останется, по его мнению, тайной природы<sup>27</sup>.

В 1847 г. в четвертом томе пятого издания своего учебника Берцелиус писал: «С самого начала каждая индивидуальная жизнь снабжается веществами, за счет расхода которых происходит первоначальное развитие организма; у растений эти вещества находятся в семенах, у многих животных в яйцах и теле матери, рождающей новую жизнь. Но внутри находящаяся сила, определяющая на основании особых относящихся сюда влияний, что *восприимчивое извне питательное вещество должно сделаться особым видом растения или животного, от которого вновь происходит семя или яйцо, есть загадка жизни, которую мы никогда не разрешим* (курсив Берцелиуса). Как бы серьезно мы ни старались бросить взгляд в эти лаборатории организмов, мы никогда не поймем этого *spiritus rector*, который предопределяет их действия, согласно их целям»<sup>28</sup>. Кажется, здесь налицо все признаки витализма, переплетающегося с агностицизмом и телеологией. Да, это, несомненно, является уступкой идеализму, но еще не определяет мировоззрения ученого в целом. Даже в этом случае Берцелиус остается верным основному принципу науки, который заключается в изучении законов природы. Он говорит далее: «*Но между тем все-таки мы можем подслушать то там, то здесь, нечто из этих тайн, и никто не может предвидеть, как далеко мы сумеем продвинуться в этом в будущем при надлежащих исследованиях*» (курсив Берцелиуса)<sup>29</sup>.

Берцелиус говорит о широком распро-

странения катализа в процессах жизнедеятельности организмов. «Мы думаем, — заявляет он, — что нашли одну из этих подслушанных тайн в применении, которое живая природа делает с каталитической силой. Этой силе, кажется, предоставляется значительно более широкая деятельность, чем в неорганических химических явлениях»<sup>30</sup>.

В 20-х годах Берцелиус не только не делал реальных предположений о способах познания существа синтеза живой плазмы, но, как и большинство химиков того времени, сомневался в возможности синтеза относительно простых продуктов жизнедеятельности. Но позже, в 40-х годах, такие предположения у него появились, и их он стал связывать с изучением катализа; с выяснением природы каталитической способности (по Берцелиусу, «каталитической силы») ферментов, фибрина и других сложных органических тел.

Прогрессивное значение обобщений Берцелиуса в области катализа, пожалуй, ярче всего проявляется в цитированном разделе четвертого тома его учебника. Этот раздел он назвал «Действующие начала образования органических веществ». Берцелиус не писал, что такими действующими началами являются сверхъестественные силы. Но если в первом издании учебника он говорил о жизненной силе, под действием которой происходит синтез органических веществ, то в новом издании книги загадку жизни он видит уже не в процессах взаимного превращения органических веществ, а в синтезе из простых питательных веществ сложного ж и в о г о тела, способного к самовоспроизводству. Этот новый вопрос, конечно, значительно сложнее того, который связан с возможностью познания взаимных химических превращений органических веществ. Но Берцелиус и в решении этого вопроса сохраняет большие надежды на роль исследований катализа в дальнейшем познании тайн природы. В сущности и все «действующие начала» образования органических веществ в живой природе он сводит именно к катализу<sup>31</sup>.

Открытие К. С. Кирхгофом каталитического превращения крахмала в сахар и предположения Тенара о возможности установления какой-то общности между ферментативными процессами и разложением веществ под действием платины уже были направлены против витализма. Обобщение же Берцелиуса, смело объединившего в катализ неорганические реакции с процессами живой природы и увидевшего вследствие этого в каталитической активности (в «каталитической силе») органических тел одно из основных начал жизненных процессов, представляло по существу серьез-

ный удар по витализму. Иначе расценивать это обобщение, этот глубокий естественнонаучный синтез, невозможно.

Термин «сила» является самостоятельным вопросом. Энгельс показал, что этот термин, часто выражавший у естествоиспытателей «но наше знание, а недостаточность нашего знания о природе закона и способе его действия»<sup>32</sup>, в общем был неудачен, так как приводил к общей тенденции отыскивать силу в качестве причины явлений вместо изучения их существа. Но к этому термину прибегали почти все естествоиспытатели и многие социологи первой половины прошлого столетия. «В мире вещественном мы не знаем ни одного предмета, в котором бы не проявлялись какие-либо свойственные ему силы. Точно так же невозможно представить себе силу, независимую от материи. Сила составляет коренное, неотъемлемое свойство материи и отдельно существовать не может», — писал Н. А. Добролюбов<sup>33</sup>. Использование термина «сила», следовательно, не могло быть критерием для отнесения того или иного ученого к сторонникам идеализма. Совсем иной смысл приобретает «сила», когда она отрывается от материи; тогда она отождествляется с духом и превращается в нечто сверхъестественное. Но у Берцелиуса силы, «динамиды», в том числе и каталитическая сила, были проявлением внутренних свойств материи, и нельзя, пользуясь текстом Берцелиуса, доказать противоположное.

Почему же тогда в адрес Берцелиуса по вопросу о катализе было так много критических выступлений?

Ю. Либих, Х. Шейбейн и П. Н. Зинни критиковали Берцелиуса за то, что он ввел абстрактное понятие силы там, где, по их мнению, можно было указать конкретные причины явлений. Но они были лишь по-своему правы: Берцелиус же видел в катализе чрезвычайно широко распространенное явление, которое не допускало узких или односторонних объяснений. Поэтому он не разделял их гипотез, и жизнь показала, что он был прав.

А. И. Ходнев критиковал Берцелиуса с прогрессивных философских позиций, рекомендуя вообще не доверять силам, а изучать сущность явлений. Но ведь А. И. Ходнев не видел своеобразия каталитических реакций по сравнению с обычными реакциями; он стремился экспериментально доказать, что образование промежуточных соединений реагента с агентом исключает катализ, который, по его мнению, вообще Берцелиусом «придуман напрасно». В дальнейшем стало ясно, что А. И. Ходнев не был прав. И, наконец, совершенно неправы авторы, критикующие Берцелиуса за то, что его «каталитическая сила»

<sup>26</sup> Там же.

<sup>27</sup> Лишь недавно установлено, что катализ играет основную роль в процессах жизнедеятельности организмов.

<sup>28</sup> Ф. Энгельс. Дialeктика природы. М., Госполитиздат, 1948; стр. 57.

<sup>29</sup> Н. А. Добролюбов. Избранные философские произведения, т. I, М., 1948, стр. 492.

<sup>26</sup> Цит. по Э. Гельмгольцу. История органической химии. Харьков — Киев, ОНТИ Укр. ССР, 1937, стр. 36.

<sup>27</sup> Более подробно см. Ю. И. Соловьев и В. И. Курциной. П. И. Берцелиус. Жизнь и научная деятельность. М., Изд-во АН СССР, 1961. Авторы приводят интересные высказывания Берцелиуса об аналогии в действии жизненной силы и нервной системы, которая «полностью определяет химические процессы в животных телах».

<sup>28</sup> J. Berzelius. Lehrbuch der Chemie..., Bd. IV, S. 53.

<sup>29</sup> Там же, стр. 53—54.

(которую он называл *vis occulta*<sup>33</sup>) якобы является развитием мифической жизненной силы. Трудно сказать, чем они руководствуются, пополнив ряды идеалистов именами тех, кто создавал основы науки, в том числе основы естественнонаучного материализма. Никто не отрицает известной

<sup>33</sup> Термин «*vis occulta*» имеет русские эквиваленты, наиболее подходящим среди которых с лексической точки зрения является «скрытая сила».

### ИЗ ИСТОРИИ НАУЧНЫХ СВЯЗЕЙ РУССКИХ И ФРАНЦУЗСКИХ ХИМИКОВ

Научные контакты русских химиков с французскими являются традиционными и имеют богатую историю.

Передовые русские ученые всегда подчеркивали интернациональный характер научных достижений и выступали против проповеди шовинизма со стороны отдельных иностранных, в том числе и французских химиков. Русско-французскую дружбу и совместные научные усилия поддерживали и виднейшие французские химики.

До середины XIX в. химическая наука во Франции была одной из очень развитых отраслей естествознания. Общеизвестны выдающиеся достижения А. Лавуазье, К. Бертолле, Ж. Гей-Люссака, О. Лорана, Ш. Жерара, М. Бертоля и влияние их учений на развитие химии во всех странах, в том числе и России. Интересные подробности проникновения кислородной теории Лавуазье в Россию опубликованы в статье Ю. И. Соловьева и Н. Н. Ушаковой<sup>1</sup>.

В течение длительного времени в Париже работали химики из Германии, Англии, Америки и России. С середины XIX в. обстановка во Франции несколько меняется, хотя еще некоторое время Министерство просвещения и Петербургская Академия наук практикуют длительные научные командировки ученых во Францию. В парижских лабораториях работало много русских химиков, например, Н. Н. Соколов — у Ш. Жерара; Л. И. Шишков, Н. Н. Бекетов — у Ж. Дюма; А. М. Бутлеров, Н. А. Меншуткин, В. И. Савич, Г. Г. Густавсон, А. М. Зайцев, П. П. Алексеев, А. А. Колли, А. Л. Потылицы — у А. Вюрца. С М. Бертолле продолжительное время сотрудничал В. Ф. Лугинин, с П. Шютценбергом — А. Н. Бах.

Нередко выдающиеся русские химики во избежание репрессий со стороны царских властей в годы разгула реакции в России были вынуждены проводить свои научные

философской непоследовательности Берцелиуса, но, как показывает изучение его трудов, принадлежащие ему обобщения в области катализа являются в высшей степени прогрессивными.

В. И. Кузнецов

исследования во Франции (В. Ф. Лугинин, Н. А. Морозов, А. Н. Бах).

В середине XIX в., когда в Париже создавалось химическое общество, в организации его принимали участие и некоторые русские ученые<sup>2</sup>.

С развитием научных исследований и созданием в России хорошо оборудованных лабораторий растет и влияние русских химиков на иностранных коллег. Велико достижение А. М. Бутлерова, Д. И. Менделеева и других выдающихся русских химиков в области теоретических исследований воспринимаются во Франции как новые идеи в науке. Об этом свидетельствуют многочисленные документы. Появляются многочисленные последователи А. М. Бутлерова и Д. И. Менделеева.

Для характеристики этого важного периода в истории науки большое значение имеет переписка отечественных химиков с французскими исследователями.

А. М. Бутлеров, отвечая на письмо А. Вюрца от 19 февраля 1864 г., писал: «Я необыкновенно доволен, узнав, что Вы разделяете мои взгляды... боюсь стремления придать гипотезам, каковы бы они ни были, слишком абсолютный характер. И в то же время я убежден, что надо, несомненно надо создавать гипотезы и испытывать их действительную ценность<sup>3</sup>. Высказанные А. М. Бутлеровым мысли относительно гипотез перекликаются с высказыванием Ф. Энгельса, который считал гипотезы необходимым звеном в развитии науки<sup>4</sup>.

Высоко оценил научную и педагогическую деятельность А. М. Бутлерова А. Вюрц в письме к нему от 5 октября 1864 г.: «Позвольте мне поздравить Вас с вашей научной деятельностью. — Вы работаете и заставляете работать других. Вы собираете вокруг себя учеников и способ-

ствуете таким образом вдвойне прогрессу науки»<sup>5</sup>.

Вюрц также дает блестящую характеристику деятельности Д. И. Менделеева. В письме от 27 июля 1877 г. он писал этому ученому: «Я рассматриваю Ваши замечательные работы как самый высокий успех, сделанный за много времени атомной теорией, и в то же время они являются одним из сильнейших аргументов, который только можно привести в пользу значения атомности, т. е. настоящей системы атомных весов»<sup>6</sup>. Д. И. Менделеев в автокомментарии «Список моих сочинений» отмечал: «Считаю со своей стороны, что Вюрц много способствовал популяризации моей системы элементов». Вюрц редактировал некоторые статьи Дмитрия Ивановича, выходящие на французском языке. Например, о статье «Происхождение нефти»<sup>7</sup>, которую на французский язык перевела Ю. В. Лермонтова, Д. И. Менделеев отзывался так: «Переводила Лермонтова, поправлял слог Вюрц. Это — лучшее из моих изложений этого предмета»<sup>8</sup>. Кстати сказать, двоюродный брат Лермонтовой — физик В. В. Лермантов (он писал свою фамилию через «а» — Ю. М.) реферировал на французском языке три другие исследования Д. И. Менделеева: «О депрессии ртути в трубках», «Об изменении удельного веса воды при нагревании от 0 до 30°» и «О приемах точных или метрологических взвешиваний»<sup>9</sup>.

А. Вюрц много сделал для издания на французском языке ряда сочинений А. М. Бутлерова и Д. И. Менделеева, которые в свою очередь активно содействовали переводу книг Вюрца в Россию.

Французские ученые радушно принимали русских коллег во время их пребывания в Париже, приглашали на заседания Академии и других научных корпораций. Ученик Д. И. Менделеева и А. М. Бутлерова Г. Г. Густавсон в 1874 г. из Парижа писал<sup>10</sup>:

«Милостивый государь  
Дмитрий Иванович!

Хочу написать Вам несколько слов о том, как меня приняли в Академии, и о том, что происходило в заседании 6/19

мая. Натолкнулся и прежде всего в коридоре на Дюма, который обошелся крайне любезно со мною, хвалил мою работу и настоял на том, чтобы я занял место перед президентским столом внутри (среди — Ю. М.) академиков.

Он несколько раз сходил с своего места и говорил со мною. Познакомил меня с Балларом... с Фриделем, с Бусенго, с Шеврелем, с Вюрцем.

В заседании происходили выборы... и был выбран Чебышев... После выбора Дюма выразил мне, что ему очень приятно, что выбрали русского... Вашу работу я еще не успел всем раздать, но исполнил это на днях...

Истинно уважающий Вас Г. Густавсон»<sup>11</sup>.

Об одновременных исследованиях в области катализа галогенидами алюминия, проведенных Г. Г. Густавсоном в Москве и Фриделем и Крафтсом в Париже, об открытии нового метода получения ацетиленов М. М. Мяснишковым и лабораторий А. М. Бутлерова в Казани и В. И. Савичем в лаборатории Вюрца в Париже можно ознакомиться в статьях, опубликованных ранее<sup>12</sup>. Перечисленные факты свидетельствуют о том, что в середине и во второй половине XIX в. передовые химики России и Франции поддерживали контакт и проводили важные исследования примерно на одинаковом научном уровне.

Во второй половине XIX в. в Париже выходят в свет важнейшие монографии русских химиков (Л. Н. Шишкова, П. П. Алексеева, Д. И. Менделеева и др.). «Comptes rendus» Парижской Академии наук, «Bulletin» Парижского химического общества, «Annales de chimie et de physique», «La revue scientifique» и многие другие периодические издания охотно печатают многочисленные труды русских химиков. Русское и французское химические общества назначали постоянных ученых-корреспондентов для взаимной научной информации. О работах русских ученых в разное время давали информацию В. Ф. Лугинин, Ю. В. Лермонтова, А. А. Кракау и др.

Интересные подробности об отклике видных французских ученых на открытия русских химиков можно найти при ознакомлении с рукописным наследием Г. Г.

<sup>1</sup> Письма А. Вюрца к А. М. Бутлерову...

<sup>2</sup> Письмо А. Вюрца к Д. И. Менделееву 27 июля 1877 года. Музей-архив Д. И. Менделеева при ЛГУ. Шифр I-B-23-I-127.

<sup>3</sup> Д. И. Менделеев. «La revue scientifique», 1877, № 18, p. 409—416.

<sup>4</sup> «Литературное наследство», Изд. ЛГУ, т. 1, 1938, стр. 90.

<sup>5</sup> Д. И. Менделеев. Сочинения, т. VI, Л.—М., Изд-во АН СССР, 1946, стр. 621—622; т. V, 1947, стр. 251—263; т. XXII, 1950, стр. 215—323.

<sup>6</sup> Приводимое ниже письмо прислал мне научный сотрудник музея-архива Д. И. Менделеева при Ленинградском университете А. А. Макареня.

<sup>7</sup> Письмо Г. Г. Густавсона к Д. И. Менделееву в мае 1874 г. Музей-архив Д. И. Менделеева при ЛГУ. Шифр II-B-24-G.

<sup>8</sup> Ю. С. Мусабеков. Профессор Петровской сельскохозяйственной академии Г. Г. Густавсон. «Изв. Тимирязевской с.-х. академии», 1954, вып. 3, стр. 234—236; Ю. С. Мусабеков. Научные контакты русских и западноевропейских химических школ.

«Уч. зап. Ярославского технол. ин-та», 1959, т. III, стр. 317—342.

<sup>1</sup> Ю. И. Соловьев, Н. Н. Ушакова. К истории утверждения кислородной теории в России. «Вопросы истории естествознания и техники», 1957, вып. 3, стр. 74—81.

<sup>2</sup> Ряд новых материалов по этому вопросу недавно опубликовали Ж. Жак и Г. В. Быков в «Bull. Soc. chim. France», 1959, № 7—8, p. 1205—1210.

<sup>3</sup> Письма А. Вюрца к А. М. Бутлерову и отдельные ответы А. М. Бутлерова. Архив АН СССР, ф. 329, оп. 1, № 143.

<sup>4</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1953, стр. 191.

Густавсона<sup>13</sup>, В. В. Марковникова<sup>14</sup>, Ю. В. Лермонтовой<sup>15</sup> и др.

Опубликованный в 1957 г. ряд писем иностранных ученых Д. И. Менделееву и его ответы на письма также дополняют сведения о русско-французских научных связях<sup>16</sup>.

Наиболее выдающиеся русские химики были избраны в состав французских научных обществ (Н. Н. Зинин, Д. И. Менделеев, А. М. Бутлеров, Л. Н. Шников, П. П. Алексеев, В. В. Марковников, В. Ф. Лугинин, А. Н. Бах, Н. С. Курнаков, А. Е. Чичибабин и др.), а французские исследователи — в состав русских научных обществ и учреждений.

По инициативе А. М. Бутлерова А. Вюрц был избран в Совет Казанского университета, а через несколько лет (1873) и членом-корреспондентом Петербургской Академии наук. Вюрц горячо благодарил своего русского друга, о чем свидетельствуют следующие выдержки из его писем:

«Надо ли мне говорить о том, насколько я тронут Вашей доброй памятью и честью, которую по Вашей инициативе оказал мне Казанский университет. Вы не откажетесь передать кому следует прилагаемое официальное письмо и считать меня глубоко преданным и признательным другом».

«Мой дорогой друг, я был тронут Вашим милым письмом и сердечно благодарю Вас за инициативу, которую Вы проявили по поводу моего избрания корреспондентом Вашей Академии. Я чувствителен к этой чести и шлю благодарное письмо Президенту, как скоро и получу официальное уведомление о моем избрании»<sup>17</sup>.

В состав французских академий, научных обществ и других учреждений избирались и многие русские химики.

Высокую оценку работ русских химиков дали М. Бергто, А. Вюрц, Ш. Фридель, П. Шютценберже, М. Складовская-Кюри, П. Лавжевен, Ф. Жоллио-Кюри и др. Например, когда в Москве 3 марта 1901 г. отмечалось 40-летие научной и педагогической деятельности В. В. Марковникова, Марселен Бергто прислал телеграмму следующего содержания:

«Господин вице-президент! Я очень со-

жалею, что не могу приехать в Москву 10 марта и присоединиться к вашим поздравлениям профессора Марковникова, научной деятельностью которого я восхищаюсь. Я вас прошу передать ему выражение моего преклонения и моей искренней симпатии. М. Бергто»<sup>18</sup>.

Шарль Фридель совершенно определенно отмечает, что работа Г. Г. Густавсона по каталитическому действию водистого алюминия на галогенирование являлась первоисточником открытия реакции алкилирования ароматических углеводородов под влиянием хлористого алюминия<sup>19</sup>.

Французский академик Поль Шютценберже высоко ценил исследования А. Н. Баха, работавшего в его лаборатории в Коллеж де Франс, и сам докладывал работы А. Н. Баха на заседаниях Парижской Академии наук.

Как известно, последний период своей жизни А. Е. Чичибабин провел в Париже, где вышел французский перевод его «Основных начал органической химии». Здесь же он написал раздел о пиридиновых соединениях, опубликованный в многотомном руководстве по органической химии, выходящем под редакцией Гриньяра, о чем писал А. Е. Фаворскому в письме от 5 февраля 1937 г.: «Я еще не окончил работ по составлению отдела соединений, содержащих пиридиновое ядро, для 8-томного издания *Traité de chimie organique* под редакцией Grignard'a»<sup>20</sup>. Некоторые из препаратов, синтезированных А. Е. Чичибабиным, демонстрируются в музее Коллеж де Франс.

В советский период развития науки достижения отечественных химиков существенно возросли. В ряде важнейших областей советские химики вышли на наиболее передовые позиции, в других областях — первенствуют французские химики. Частично это можно проиллюстрировать объемом рефератов исследований ученых различных стран, в том числе русских и французских химиков в *Chemical Abstracts*. По данным В. Т. Брукса<sup>21</sup>, в области общей и физической химии больше всего печатаются русские работы, а французские занимают шестое место. В области металлургии и ме-

таллографии — та же картина. По электротехнике и ядерным явлениям СССР и Франции соответственно занимают второе и пятое места. В области органической химии, а также биохимии — пятое и шестое места.

Из года в год крепнут связи ученых СССР и Франции. Только Библиотека Академии наук в Ленинграде ведет книгообмен примерно с тремя тысячами зарубежных научных учреждений. Свыше 200 научных учреждений Франции выписывают советские журналы по всем отраслям знаний.

В московских вузах и научных учреждениях учится и работает французская молодежь, а в Париже — советские студенты. Обмен научной информацией, печатными изданиями, совместное участие на конгрессах и симпозиумах всемерно содействует научному общению советских химиков с французскими и расширяет традицию русских химиков проводить свои исследования в контакте с зарубежными учеными, в том числе и с французскими.

<sup>22</sup> «Правда», 4 апреля, 1960 г.

## Н. А. СЕВЕРЦОВ КАК ГЛЯЦИОЛОГ

Известно, что Николай Алексеевич Северцов при активном содействии Русского географического общества предпринял ряд путешествий по Туркестанскому краю. Но особенно богатыми научными результатами, давшими Н. А. Северцову право разделить с П. П. Семеновым честь открытия страны «Небесных гор», были его путешествия в Тянь-Шань в 1864—1868 гг. За эти годы экспедиционной деятельности Николай Алексеевич сделал ряд открытий в области геологии, географии, зоологии.

Не менее важные научные изыскания он сделал и в гляциологии. Настоящая статья имеет целью кратко охарактеризовать их и тем самым восполнить в какой-то мере пробел, имеющийся в географической литературе<sup>1</sup>.

В начале мая 1864 г. Н. А. Северцов оставил укрепление Кастек<sup>2</sup>. Идя в южном направлении, примерно в 5 км от северной подошвы Заилынского Алатау, ученый заметил, что вдоль левого берега р. Кастек, между рекой и гранитными скалами, располагается волнистая местность «Тут,—

Визит Н. С. Хрущева во Францию еще больше укрепил дружбу советских и французских ученых. Н. С. Хрущев в следующих словах охарактеризовал сущность взаимоотношений двух великих народов и перспективы упрочения и развития их дружбы: «Мы всегда с уважением относились к французскому народу, к Франции, к французской культуре. Это страна большой культуры, высоко развитой экономики, техники, науки, изобретательства; это великий народ, и на французской культуре учились многие народы. Чем теснее дружба Советского Союза с Францией, — а мы надеемся, что эта дружба будет все больше укрепляться, — тем выше будет роль великой Франции. Советский Союз хотел бы дружить с Францией, хотел бы иметь достойного друга — великую Францию, великий французский народ»<sup>22</sup>.

Ю. С. Мусабеков  
(Ярославль)

отмечает Н. А. Северцов, — тянутся, параллельно Кастеку, гряды в виде довольно крутых, огромного размера валов до 200 ф. вышины; против выходов боковых долин, спускающихся с Суок-тюбе, они пересекаются другими валами, такими же, но направленными перпендикулярно к р. Кастеку... Они состоят из валунов гранита, сленита и диорита разной величины, отчасти огромных, более или менее округленных, отчасти даже с резкими углами и острыми краями; многие на поверхности выветрились и покрылись тонким слоем каолина. Промежутки валунов... наполнены несложной глиной»<sup>3</sup>.

Эти валуновые гряды Н. А. Северцов принял за остатки морен древних ледников. Кастекские морены заинтересовали его и побудили искать следы ледникового периода в других местах Тянь-Шаня.

В середине мая 1864 г. он обнаружил моренные гряды между предгорьями и главным хребтом Киргизского Алатау, в продольной долине, где она пересекается р. Науруз и ее притоками.

Аналогичные наблюдения, позволяю-

<sup>1</sup> Помимо кратких замечаний автора (Н. А. Кропоткин как гляциолог и геоморфолог. Автореферат диссертации Л., 1953; «Русские гляциологи — предшественники П. А. Кропоткина». Географ. сб., Изд-во Геогр. об-ва Союза ССР, М.—Л., 1958, вып. 10) некоторые соображения о гляциологических наблюдениях Н. А. Северцова и его учителя К. Ф. Рулье высказаны К. К. Марковым («Антигляциализм». Изв. АН СССР, серия геогр., 1955, № 1; «Очерки по географии четвертичного периода». М., 1956), Н. В. Ватушиной и А. Н. Иванюком («Геология». История естествознания в России, т. 1. М., Изд-во АН СССР, 1957).

<sup>2</sup> Кастек (ныне Бургуны) расположен у северной подошвы Заилынского Алатау, в 80 км западнее г. Алма-Ата.

<sup>3</sup> Н. А. Северцов. Поездка в западную часть Небесного хребта (Тянь-Шаня). «Зан. Русск. геогр. об-ва», СПб., 1867, т. 1, стр. 80.

<sup>13</sup> Письма Г. Г. Густавсона к А. М. Бутлерову. Архив АН СССР, ф. 22, оп. 2, № 76.

<sup>14</sup> Архив АН СССР, ф. 474, оп. 1, № 59/1; ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 141, № 169906, л. 21, 31—36, 40—41; ф. 733, оп. 148, № 145451; оп. 149, № 145838; оп. 149, № 145935-а; оп. 151, № 42.

<sup>15</sup> Ю. С. Мусабеков. Новые материалы о жизни и деятельности Ю. В. Лермонтовой. «Труды Ин-та истории естеств. и техн. АН СССР», 1954, т. 2, стр. 145—157.

<sup>16</sup> Р. Б. Добротин, М. Г. Тер-Авакова при участии Т. В. Волковой и Перописка Д. И. Менделеева с зарубежными учеными. «Вопросы истории естествознания и техники», 1957, вып. 3, стр. 176—196.

<sup>17</sup> Письма А. Вюрца к А. М. Бутлерову...

<sup>18</sup> Поздравительная телеграмма М. Бергто по случаю юбилей В. В. Марковникова. «Журн. Русск. хим. об-ва», 1902, т. 34, стр. 35 (отд. 2).

<sup>19</sup> Ch. Friedel. Nouvelle méthode générale de synthèse organique, propre à fournir des hydrocarbures, des acétones, des nitriles, des acides, etc. «La revue scientifique», série 2, 2 mars 1878, № 35.

<sup>20</sup> Письма А. Е. Чичибабина к А. Е. Фаворскому. Архив АН СССР, ф. 793, оп. 2, № 137.

<sup>21</sup> W. T. Brooks. «Journ. of Chem. Educ.», sept., 1958, t. 35, p. 468—469.

ние признать ледниковый период в Тянь-Шане «несомненным», Н. А. Северцов сделал на р. Кокреу. Кроме древних морен, он «тут заметил занесение тибетских валунов на сланцевые горы Каратавской системы — как альпийские валуны занесены на Юру»<sup>4</sup>.

Но вдаваясь в подробности, отметим, что помимо упомянутых мест, морены древних ледников и эрратические валуны Н. А. Северцов обнаружил в долине р. Талдыбулак, притоке р. Каракола; между речками Джар-су и Северная Каида и близ р. Макмал (притоки р. Талас); в продольной долине между речками Иссык-аты и Ала-медиином (притоком р. Чу); в долинах рек Мерке и Ауль-аты; у речек Джиргалчек<sup>5</sup> в долине Караходжурского ледника; у рек Алмаатинка, Талгир и т. д.<sup>6</sup>

Гляциологические исследования привели Н. А. Северцова к твердому убеждению, что валы или гряды валунов, разбросанные по долинам и склонам хребтов преимущественно Западного Тянь-Шаня, являются типичными боковыми и конечными моренами древних ледников, и что в недалеком геологическом прошлом, в четвертичное (постлюциновое) время ледники в Тянь-Шане имели значительно большее распространение, чем теперь.

Интересно отметить, что о своих исследованиях древних ледниковых явлений Н. А. Северцов информировал не только Русское, но и Лондонское географическое общество в лице его президента Мурчисона — одного из ревностных защитников дрейфовой гипотезы<sup>7</sup>.

Следует также отметить, что выводы ученого из гляциологических исследований вызвали возражения П. В. Мухометова, который вначале отвергал заключение Н. А. Северцова о наличии следов ледникового периода в Тянь-Шане<sup>8</sup>. Только лет десять спустя он признал древнее оле-

денное Тянь-Шаня и сравнил их ледники с ледниками Кавказа и Альп<sup>9</sup>.

Более подробно Н. А. Северцов развил свои взгляды в значительном «О следах древних ледников в Средней Азии», произнесенной 29 августа 1869 г. на общем заседании Второго съезда русских естествоиспытателей в Москве.

Ученый изложил состояние проблемы о ледниковом периоде, а потом обратился к своим среднеазиатским наблюдениям. Говоря об «эрратических формациях» Средней Азии и их отношении к ледниковому периоду, Н. А. Северцов заметил, что они встречаются в горах Тянь-Шаня, образуя там «вместе с глиной и песком огромные толщи эрратического наноса, лежащего не ниже 2000—2500 ф. высоты». У подошвы гор эта «эрратическая формация» представляет широкую (в 15—20 км и более), сплошную волнистую полосу, заметно выделяющуюся на общем фоне окружающей ее местности. Происхождение этой «эрратической полосы» Н. А. Северцов объяснял деятельностью прежних ледников Тянь-Шаня, рассматривая ее как пояс древних конечных морен, «еще сохранивших свою форму, именно форму валообразных насыпей, состоящих из валунов, гальки, глины и песка, неправильно перемешанных между собою»<sup>10</sup>.

Наблюдения исследователя показали, что хотя ледники Тянь-Шаня спускались прежде на 7000 футов ниже теперешнего, но до уровня моря не доходили, а приносимые ими вниз валуны плавучими льдинами не разносились. Напротив, все свидетельствует о существовании «ледяного периода», когда многие горы Тянь-Шаня были увенчаны мощными покровами снега и льда. Именно этот лед, медленно сползая по долинам с небесных гор, «принес эти валуны, а при таянии оставил их на настоящих местах»<sup>11</sup>. Об этом же говорят и относительные и исчерченные скалы, встре-

ченные здесь также впервые Н. А. Северцовым, хотя и они имеют весьма ограниченное распространение. Отполированные и изображенные поверхности скал встречаются далеко не везде, где имеются «прочие ледниковые следы». Этот факт исследователь объясняет «сильным выветриванием и разрушением обнаженных поверхностей среднеазиатских утесов, при резких переменах температуры и влажности воздуха»<sup>12</sup>.

Касаясь причины наступления ледникового периода, Н. А. Северцов указывал, что «нужно обратить внимание на тогдашнее общее распределение материков и морей... влияние полного и даже неполного прекращения теплых течений к полярным морям при их тогдашней обширности»<sup>13</sup>.

Не признавая «совершенной одновременности» существования морей, якобы, покрывавших в плейстоценовое или послетретичное время Киргизскую степь, Сахару, Плато прерий, Большой бассейн и Патагонию, Н. А. Северцов утверждал, что «в плейстоценовый период материк в средних и высоких широтах были более раздроблены, нежели теперь, следовательно, не могло быть континентальных морозов». Уменьшение же «горных ледников до их настоящего объема», по мнению ученого, «все-го вероятнее объясняется не изменением в нагревании Земли Солнцем, а нарастанием материков и образованием вследствие этого сухих континентальных климатов»<sup>14</sup>.

Н. А. Северцов, как и его учитель К. Ф. Рулье, оказал большое влияние на П. А. Кропоткина. «Северцов», — писал он, — «был выдающийся зоолог, талантливый географ и один из самых умных людей, которых я когда-либо встречал»<sup>15</sup>. Его мысли о физико-географических изменениях, происходивших в течение ледникового периода, П. А. Кропоткин считал «весьма делимыми обобщениями»<sup>16</sup>.

Кроме того, Н. А. Северцов оказал огромное влияние на своего ученика М. А. Мензбира, который написал специальную книгу «Великий ледниковый период Европы»<sup>17</sup>. Воззрения Н. А. Северцова на возможные причины четвертичного оледенения перекликаются со взглядами современных гляциологов. Так, С. В. Калесник пи-

шет: «... Образование крупных ледниковых щитов находилось в ближайшей зависимости от распределения суши и моря, от направления ветров и морских течений, от взаимного расположения горных цепей, плоскогорий и низменностей». И далее: «Нет оснований утверждать, что все эти центры (оледенений. — Н. К.) возникали совершенно одновременно, развивались одинаковыми темпами, переживали одинаковую судьбу»<sup>18</sup>.

Если принять эту наиболее вероятную причину четвертичного оледенения, совершенно отпадает необходимость допускать такие климатические перемены и порождаемые ими ледниковые образования, которые одновременно могли бы охватить весь земной шар.

Н. А. Северцов выступил с докладом о ледниковом периоде не только перед русскими, но и зарубежными учеными. 9 августа 1875 г. в Париже на Международном географическом конгрессе Н. А. Северцов сделал доклад «О следах ледникового периода в Центральной Азии»<sup>19</sup>.

В докладе<sup>20</sup> сообщалось, что Н. А. Северцов в 1873 г. совершил поездку в Альпы, чтобы на месте ознакомиться с классическими явлениями современного и древнего оледенения и сравнить их с ледниковыми явлениями Тянь-Шаня. Ученый отметил, что по существу в Альпах он видел то же самое, что и в Тянь-Шане в 1864, 1865 и 1868 гг. В Тянь-Шане он изучал такие же ледниковые образования, как и в Альпах Шарпантье рассматривал как свидетельство геологической деятельности древних ледников. Следовательно, подчеркивал исследователь, вопрос о том, что ледниковый период распространялся на Тянь-Шань, решается не предположительно, а положительно.

«Действительно, помимо сомнительных следов древних ледников», — говорил Н. А. Северцов, — «в Тянь-Шане имеется немало и таких, которые не оставляют сомнения в том, что в ледниковый период ледники там имели значительно большее распространение и развитие, чем в настоящее время». К последним относятся эрратические валуны и гряды конечных и боковых морен, встриченные им в долинах Западного Тянь-Шаня.

<sup>12</sup> Там же, стр. 120.

<sup>13</sup> Там же, стр. 122.

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> П. А. Кропоткин. Записки революционера. М.—Л., 1933, стр. 143.

<sup>16</sup> П. А. Кропоткин. Письма Географическому обществу из Финляндии. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1871, т. 7, № 6, стр. 300.

<sup>17</sup> М. А. Мензбир. Великий ледниковый период Европы. Пг., 1923.

<sup>18</sup> С. В. Калесник. Общед гляциология. Л., 1939, стр. 282, 289.

<sup>19</sup> Кроме Н. А. Северцова, в составе делегации были такие видные географы, как Ф. Н. Литке, П. П. Семенов, А. П. Воейков и др. П. П. Семенов был президентом секции общей физической географии и общей геологии; Н. А. Северцов — президентом секции научных исследований и путешествий; А. П. Воейков выступил с докладом «Изобары и ветры».

<sup>20</sup> N. Severzow. Traces de la période glaciaire dans l'Asie Centrale. Congrès International des Sciences géographiques tenu à Paris du 1-er au 11 août 1875. I t. Paris, 1878, p. 248—266.

<sup>4</sup> Н. А. Северцов. Дополнение к статье: «Поездка в западную часть Небесного хребта». «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1867, т. 1, стр. 178.

<sup>5</sup> Имеющиеся здесь гряды валунов Н. А. Северцов считает «слившимися конечными моренами древних ледников», спускавшихся с Терской Алатау.

<sup>6</sup> Н. А. Северцов. Следы ледяного периода в западных отрогах Тянь-Шаня (из письма Н. А. Северцова президенту Лондонского географического общества Родерiku Мурчисону). «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1865, т. 1, № 5; Н. А. Северцов. О научных исследованиях в Запечейском крае летом 1864 года. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1865, т. 1, № 7; Н. А. Северцов. Поездка в западную часть Небесного хребта (Тянь-Шаня). «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1867, т. 1; Н. А. Северцов. О следах ледяного периода в Тянь-Шане (Протокол общего собрания Географического общества от 5 февраля 1869 г.). «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1869, т. 5.

<sup>7</sup> Н. А. Северцов. Следы ледяного периода в западных отрогах Тянь-Шаня (из письма Н. А. Северцова президенту Лондонского географического общества Родерiku Мурчисону). «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1865, т. 1, № 5.

<sup>8</sup> П. В. Мухометов. Краткий отчет о геологическом путешествии по Туркестану в 1875 году. «Изв. СПб. минер. об-ва», серия 2, 1877, ч. 12.

<sup>9</sup> К. К. Марков. Очерки по географии Четвертичного периода. М., 1956, стр. 325, 335.

<sup>10</sup> Н. А. Северцов. О следах древних ледников Средней Азии. (Речь, произнесенная 29 августа 1869 г. на 2-м съезде русских естествоиспытателей в Москве). М., 1870, стр. 119.

<sup>11</sup> Там же.



Эрратические валуны большей частью состоят из гранита и диорита и несколько реже из порфира. Нередко гранитные валуны достигают 5 м в диаметре. Морены, как правило, имеют форму гряд, состоящих из хаотической смеси валунов, гравия, песка и глины. Боковые морены почти непрерывно параллельными грядами тянутся вдоль склонов долины, а конечные морены наподобие плотин пересекают их поперек. Местами боковые морены сверху покрыты обломками обвалов, причем камни обвалов отличаются от валунов морен не только угловатой формой, но и петрографическим составом. Так, если валуны морен состоят из гранита и диорита, то глыбы и камни обвалов представляют теми же породами, из которых сложены склоны долины. Это говорит о том, что гряды Тянь-Шаня не могли образоваться вследствие горных обвалов, от которых они существенно отличаются. Еще более абсурдно, по Н. А. Северцову, допускать мысль о переносе эрратических валунов через гребни хребтов или их отроги стремительными водными потоками. Остается, таким образом, признать за валунами и грядами Тянь-Шаня ледниковое происхождение, тем более, что кроме них иногда встречаются изображенные и полированные скалы. В качестве примера Н. А. Северцов указывает долину р. Кора, на скалистых склонах которой он встретил прямолнейные, параллельные одна другой борозды, слегка наклонные по отношению к горизонту. Такие же борозды он видел у южного края ледника Боссон на Монблане и на отвесной стене долины р. Триан. Избороженные мраморные скалы в ущелье р. Талки Тянь-Шаня наблюдал Костенко, много путешествовавший по Туркестану.

Судя по следам ледникового периода в Тянь-Шане, расстояние между концами современных и древних ледников достигает 1500—2000 м и более (1700—1230; 3050—980 м). Это расстояние почти в два раза больше, чем расстояние между концами современных и древних ледников в Шамуни (Монблан, 1100 м). В целом же, по Н. А. Северцову, древние ледники Тянь-Шаня, если судить по остаткам морен, встреченных им на высоте 800—1200 м, несущественно превосходили современные ледники Альп. Морены Тянь-Шаня много уступают тому огромному поясу древних конечных морен, которым опоясаны Альпы у подножья. Горы Тянь-Шаня не были окутаны таким мощным покровом снега и льда, как Альпы.

Подобно современным Альпам, с гор Тянь-Шаня сползали по долинам отдельные гигантские ледники, поэтому фауна Тянь-Шаня не вымирала, а сохранялась в течение всего ледникового периода.

Для образования мощных ледников в прошлом было необходимо, по мнению Н. А. Северцова, не только много влаги

и прохладное лето, но и умеренно прохладная зима у подножья гор с температурой воздуха января немного ниже или выше нуля. Таким, по-видимому, был климат широт, в пределах которых лежат Пиренеи, Альпы, горы Тянь-Шаня и др. Искапаемая фауна подтверждает это. Во всяком случае лето, по заключению Н. А. Северцова, было достаточно прохладное для оленей, а зима достаточно теплая для гиев.

Причину широкого распространения ледников в Тянь-Шане в четвертичное время ученый видел в более влажном, по сравнению с современным, климате, обусловленном существованием огромного моря — залива Северного Ледовитого океана на месте теперешних киргизских и туранских степей. Развитие ледников способствовало осушению этого моря, как только оно отделилось от Северного Ледовитого океана. В свою очередь образовавшаяся пустыня на месте «Киргизского моря» «растопила» ледники Тянь-Шаня и довела их до такого состояния, в котором они падают в настоящее время.

Такую же связь Н. А. Северцов усматривал между оледенением Альп, Анд Южной Америки (Чили) и древними морями, находившимися на территории современной пустыни Сахары, Патагонии и других местах.

Доклад русского ученого произвел большое впечатление на участников конгресса. Н. А. Северцов был удостоен высшей награды конгресса — золотой медали<sup>21</sup>.

Итак, Н. А. Северцов впервые открыл и описал следы древних ледников Тянь-Шаня. Правда, он недооценивал деятельность селевых потоков и несколько преувеличивал роль древних ледников в разное валунов, в накоплении в озерных впадинах наносов, из которых впоследствии образовались мощные толщи конгломератов (р. Мерке, впадина оз. Иссык-Куль); ошибочно Н. А. Северцов указывал и на моря, будто бы покрывавшие в постлидоновый период Киргизские степи, Сахару, Патагонии и порождавшие широкое развитие ледников в Тянь-Шане, Альпах, Андах Южной Америки и т. д. Эти моря, как показали новейшие исследования, существовали не в четвертичный, а в третичный и более ранние геологические периоды. Но это не умаляет значения вклада, внесенного Н. А. Северцовым в гляциологию.

До открытия Н. А. Северцовым следов древних ледников в горах Средней Азии и П. А. Кропоткиным в Восточной Сибири постановка проблемы о ледниковом периоде с характерным для него широким распространением ледников не могла по существу считаться научно обоснованной. Что же касается существования древних долинных ледников в Тянь-Шане, то оно не вызывает сомнений у современных исследова-

телей. Ученые спорят лишь о числе оледенений, пережитых Тянь-Шанем и Пампиром в четвертичное время (И. П. Герасимов и К. К. Марков<sup>22</sup>; С. В. Калесник<sup>23</sup>; П. С. Суслев<sup>24</sup>; И. С. Щукин<sup>25</sup> и др.).

Гляциологические изыскания Н. А. Северцова имели не меньшее значение для физической географии и геологии, чем исследования Торелля ледниковых явлений в Северной Европе.

До выступления Торелля осенью 1875 г. в немецком геологическом обществе в Берлине о явлениях современного и древнего оледенения Северной Европы Н. А. Северцов дважды выступал с докладом о древнем оледенении гор Средней Азии — в 1869 г. на съезде русских естествоиспытателей в Москве и летом 1875 г. на Международном географическом конгрессе в Париже. Следовательно, гляциологические взгляды Н. А. Северцова были известны более широкому кругу ученых, чем воззрения Торелля. И не исключена возможность, что доклад русского ученого побудил в какой-то мере Торелля<sup>26</sup> выступить с докладом перед немецкими учеными, значительная часть которых была тогда сторонниками дрейфовой гипотезы.

Ознакомившись с докладом Н. А. Северцова, зарубежные географы обратили внимание на односторонность безраздельно господствовавшей в то время дрейфовой гипотезы об универсальной роли плавающего льда в образовании ледниковых явлений четвертичного времени. Следовательно, связывать начало крушения дрейфовой гипотезы или «второе рождение» лед-

никовой теории с именем одного только Торелля, как делают зарубежные (И. Вальтер<sup>27</sup>, Э. Мартони<sup>28</sup> и др.) и некоторые наши авторы, нельзя. Поступая таким образом, ученые искажают историю развития ледниковой теории. Они рассматривают ее развитие в отрыве от развития русской гляциологической школы и тем самым отрицают или недооценивают ее прогрессивное влияние.

Воззрения Н. А. Северцова были более передовыми, чем взгляды многих зарубежных гляциалистов. Если, например, Агассиц был ревностным поборником катастрофизма Кювье, то Н. А. Северцов придерживался актуализма Ляйеля. Если тот же Агассиц<sup>29</sup> — глава зарубежной школы гляциологов рассматривал ледниковый период как очередную катастрофу, вызванную «внезапным», стремительным наступлением «геологической зимы», то русский гляциалист Н. А. Северцов<sup>30</sup> объяснял его наступление совершенно иным по сравнению с современным «распределением материков и морей», иным распределением и характером океанических течений. Такого же мнения придерживались П. А. Кропоткин<sup>31</sup>, А. И. Воейков<sup>32</sup>, М. А. Мензбир<sup>33</sup> и др.

Отдавая должное фактам и наблюдениям, вводя и отстаивая принципы актуализма в гляциологию, Н. А. Северцов подготовил благоприятную почву для развития ледниковой теории.

И. П. Крайнер  
(Ярославль)

<sup>22</sup> И. П. Герасимов и К. К. Марков. Ледниковый период на территории СССР. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1939.

<sup>23</sup> С. В. Калесник. Общее земледоведение. М.—Л., 1947.

<sup>24</sup> П. С. Суслев. Физическая география СССР. М.—Л., 1947.

<sup>25</sup> И. С. Щукин. Общая морфология суши, т. 1—2. М.—Л., 1934—1938.

<sup>26</sup> О. Торелль, как и Н. А. Северцов, был президентом секции научных исследований и путешествий конгресса и выступил с докладом «Корабли народов Севера».

<sup>27</sup> И. Вальтер. История Земли и жизни. Перевод с нем. под ред. Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. СПб., 1911.

<sup>28</sup> Э. Мартони. Основы физической географии. Перевод с франц., т. 2. М.—Л., 1945.

<sup>29</sup> Л. Агассиц. Геологические очерки. Перевод с англ. В. Ковалевского. СПб., 1867.

<sup>30</sup> Н. А. Северцов. Поездка в западную часть Небесного хребта (Тянь-Шань). «Зап. Русск. геогр. об-ва», 1867, т. 1.

<sup>31</sup> П. А. Кропоткин. Письма Географическому обществу из Финляндии. «Изв. Русск. геогр. об-ва», 1871, т. 7, № 6.

<sup>32</sup> А. И. Воейков. Климатические условия ледниковых явлений настоящих и прошедших. «Зап. СПб. минер. СПб. об-ва», серия 2, 1881, ч. 16.

<sup>33</sup> М. А. Мензбир. Великий ледниковый период Европы. Пг., 1923.

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ О Ч. ДАРВИНЕ

(по страницам английских и американских журналов)

В девятом томе советского академического издания сочинений Дарвина, вышедшем в 1959 г., впервые опубликован перевод первой записной книжки ученого о

трансмутации видов, сделанный по фотокопии с рукописи, хранящейся в библиотеке Кембриджского университета. Во вступительной статье и комментариях показано

<sup>21</sup> Р. И. Золотницкая. Николай Алексеевич Северцов. В кн.: Н. А. Северцов. Путешествие по Туркестанскому краю. М., 1947.

огромное значение первой «записной книжки о трансмутации видов» для выяснения генезиса эволюционной концепции Дарвина<sup>1</sup>. В январе 1960 г. Г. де Бер опубликовал английский текст этой записной книжки, охватывающей период с июля 1837 до февраля 1838 г. В предисловии де Бер сообщил, что среди рукописей Дарвина обнаружены еще три записные книжки о трансмутации видов, которые Дарвин вел на протяжении 1838 г. В настоящее время де Бер закончил сложную работу по расшифровке всех трех записных книжек: вторая и третья из них уже вышли в свет<sup>2</sup>, четвертая — печатается. Вторая книжка охватывает период с февраля до июля 1838 г. третья — с 15 июля до 2 октября 1838 г. Интересно отметить, что на нескольких свободных страницах в конце второй записной книжки Дарвина с июля 1838 по июнь 1839 г. записывал заглавия книг, которые он собирался прочитать; против названий проставлены даты, которые, надо полагать, указывают время прочтения этих книг. В этом списке значится и книга Мальтуса о народонаселении, датированная 3 октября 1838 г. Мы получаем, таким образом, точную дату, подтверждающую известное заявление Дарвина с тем, что он познакомился с книгой Мальтуса в октябре 1838 г., и этим совершенно определенно устанавливается тот факт, что эволюционные идеи, развитые Дарвином в первых трех записных книжках о трансмутации видов, сформулированы им независимо от идей Мальтуса.

Из содержания второй и третьей записных книжек ясно, что с февраля по октябрь 1838 г. Дарвин работал преимущественно над вопросами систематики и географического распределения организмов в их отношении к проблеме эволюции видов. Здесь нет возможности подробно останавливаться на содержании записных книжек. Рассмотрим лишь некоторые записи, представляющие интерес для характеристики мировоззрения Дарвина и для решения вопроса о том, когда и в какой форме ученый впервые сформулировал свою теорию естественного отбора. Рассмотрим сначала записи, не оставляющие сомнений в том, что уже в 1838 г. материалистические и атеистические убеждения Дарвина получили вполне отчетливое выражение.

В предисловии ко второй записной книжке де Бер отмечает, что до последнего времени оставалось неясным, как и когда

Дарвин пришел к материалистическому мировоззрению (по де Беру, «к механистической точке зрения») и условиях, когда «религиозная ортодоксальность процветала науку и философию». Уже во второй записной книжке явствует, что в феврале — июле 1838 г. Дарвин преодолел ряд воспитанных в нем традиционных представлений. Так, на стр. 166 он пишет: «Любовь к божееству — следствие нашей организации, — о, ты материалист!» и через несколько строк ставит следующий вопрос: «Почему утверждение, что мысль есть выделение мозга, более удивительно, чем утверждение, что тяготение есть свойство материи? Это просто наше высокомерие, наше восхищение самими собой»<sup>3</sup>. В другом месте (стр. 76—78) он говорит: «Необходимо смотреть широко, изучить градацию, изучить единство типа, изучить географическое распределение, изучить взаимоотношение ископаемых и современных организмов. И неизменного сооружения как не бывало! И только человек, этот удивительный человек — исключение? Но он млекопитающее животное, его происхождение не может быть неясным, он не божеество, конец его нынешнего состояния должен будет наступить, и следовательно он не является исключением. Он обладает некоторыми общими с животными инстинктами и чувствами, а с другой стороны — они могут рассуждать; но человек обладает в избытке способностями рассуждения взамен определенных инстинктов: это — замена, происшедшая в умственной машине, вполне аналогичная тому, что мы видим в телесной машине, и это не должно вызывать у меня колебаний». Де Бер справедливо указывает, что «быть может, наиболее замечательно то, что Дарвин высказывает взгляд, который Мальтус отвергнул бы с проклятием». «Дайте, — пишет Дарвин, — образование всем классам общества, пренебрегите кастовым загрязнением, улучшите положение женщин (это будет иметь двойной результат) — и человечество должно будет усовершенствоваться» (стр. 220).

Эти мысли Дарвина, который с юности разделял не только либеральные воззрения своего отца, но и радикальные взгляды своего деда, доктора Э. Дарвина, горячо сочувствовавшего Французской революции, подчеркивают всю глубину различия между его общественно-политическими воззрениями и реакционными воз-

зрениями Мальтуса. Совершенно очевидно, что прочитанный им в октябре 1838 г. трактат Мальтуса никак не мог увлечь Дарвина своими мракобесными, человеконенавистническими идеями. Тем более снова встает вопрос о том, что же дал Дарвину мальтусовский трактат, в какой мере справедливо пресловутое обвинение Дарвина в «мальтусовской ошибке», в том, что его теория естественного отбора построена на лженаучном законе Мальтуса?

Мы уже показали, что в основных чертах теория естественного отбора сформулирована Дарвином уже до февраля 1838 г., т. е. за восемь месяцев до того, как он прочитал «произведение» Мальтуса. Правда, в записной книжке ученого нет прямых указаний на то, что он в то время связывал вымирание неприспособленных и выживание приспособленных с борьбой за существование и прогрессивной размножением. Следует, однако, иметь в виду, что многие, притом наиболее существенные страницы записной книжки были вырезаны Дарвином, когда он в 1856 г. приступил к работе над своим большим трудом об эволюции видов. С другой стороны, нам достоверно известно, что Дарвин как по литературным источникам, так и на основании собственных наблюдений, сделанных им во время кругосветного путешествия, был отлично знаком с явлениями борьбы за существование, прогрессивной размножения и вымирания видов. Анализ соответствующих данных привел нас к выводу, что книга Мальтуса сыграла в окончательной формулировке Дарвином теории естественного отбора лишь роль побудительного толчка, развязавшего работу его мысли и позволившего завершить построение уже вполне сошедшей теории<sup>4</sup>. Основную роль при этом сыграл не пресловутый «закон» Мальтуса, а собранный им большой фактический материал о «препятствиях к размножению», как на это указывал уже и К. Маркс.

В предисловии к первой записной книжке де Бер занял иную позицию в этом вопросе. Он полагает, что первоначально Дарвин высказал идею естественного отбора так сказать в «статической форме». Мальтус же своим «законом» позволил Дарвину придать этой идее «динамическую форму». Материалы третьей записной книжки вынудили де Бера несколько изменить свою точку зрения. Он говорит, что третья записная книжка, законченная до того, как Дарвин прочитал Мальтуса, приводит к заключению «большой важности», а именно, что «Дарвин напал на мысль о принципе естественного отбора независимо» от Мальтуса. Теперь де Бер признает, что Мальтус, который не имел никакого представления о естественном отборе, не мог затолкнуть

Дарвина на признание этого принципа, и что уже поэтому вопрос о роли Мальтуса всегда справедливо вызывал недоумение. Записи третьей книжки показывают, что Дарвин уже до Мальтуса отчетливо связал естественный отбор с борьбой за существование. На стр. 175 Дарвин, рассмотрев изменения, приводящие к образованию новых видов, пишет: «Все это хорошо согласуется с моим взглядом, по которому формы, хотя бы незначительно благоприятствуемые, получают превосходство и образуют новые виды», а вверху первой страницы мы находим запись, сделанную, по-видимому, позже: «Незадолго до окончания этой книжки у меня впервые явилась мысль, что отбор является следствием борьбы». Исходя из этого, а также из того, что в третьей книжке Дарвин определенно проводит аналогию между естественным и искусственным отбором, де Бер приходит к выводу, что теория естественного отбора была действительно завершена Дарвином до октября 1838 г. и что, быть может, единственное, что Дарвин почерпнул у Мальтуса, это «математическая интерпретация того факта, что недостаточность запасов пищи при чрезмерном возрастании численности неизбежно приводит к гибели. По существу, однако, эта «математическая интерпретация» была для теории естественного отбора излишней, ибо сам Дарвин убедительно показал, что перенаселенность как причина борьбы за существование и вымирания неприспособленных представляет лишь частный и далеко не распространенный случай. Опубликование четвертой записной книжки, относящейся к периоду после прочтения книги Мальтуса, позволит, надо надеяться, окончательно уточнить вопрос.

Известно, что опубликование «Происхождения видов», написанное Дарвином в 1858—1859 гг. в течение нескольких месяцев, было для него вынужденным актом. В 1856 г. Дарвин приступил к работе над большим трудом о происхождении видов в характерном для него стиле, обособивая каждое положение обширным собранным им фактическим материалом и обильными ссылками на источники. В течение мая 1856 — июня 1858 г. он успел завершить раздел о географическом распределении, изменчивости в природе, борьбе за существование, естественном отборе, гибридации, инстинкте, обширных и малых родах, дивергенции, голубях<sup>5</sup>. В июне 1858 г. он получил от Уоллеса написанный последним на о-ве Тернате (Молуккские о-ва) в феврале 1858 г. очерк теории естественного отбора. Это обстоятельство, как известно, побудило друзей Дарвина — Ляйелля и Гукера — настоять на совместном опубликовании очерка Уоллеса — гла-

<sup>1</sup> Ч. Д а р в и н. Сочинения, т. 9 (Записные книжки. Дневники. Воспоминания. Жизнь Эразма Дарвина). Перевод, статья и комментарии проф. С. Л. Соболя. Под ред. академика В. Н. Сукачева. М., Изд-во АН СССР, 1959. Первая записная книжка о трансмутации видов, стр. 93—127, XXX—XLVI (вступительная статья) и 384—398 (комментарии).

<sup>2</sup> «Darwin's Notebooks on Transmutation of Species». Part I. First Notebook (July 1837 — February 1838); Part II. Second Notebook (February to July 1838); Part III. Third Notebook (July 15th 1838 — October 2nd 1838). Edited with Introductions and Notes by Sir Gavin de Beer. «Bulletin of the British Museum (Natural History)». Historical Series, January 1960, vol. 2, № 2, p. 25—73; May 1960, vol. 2, № 3, p. 77—117; July 1960, vol. 2, № 4, p. 121—150.

<sup>3</sup> Здесь и ниже нумерация страниц дана по подлинникам записных книжек Дарвина.

<sup>4</sup> С. Л. С о б о л ь. Эволюционная концепция Дарвина в период до его знакомства с сочинением Мальтуса (по неопубликованной записной книжке 1837—1838 гг.) «Зоол. журн.», 1958, т. 37, вып. 5, стр. 643—658.

<sup>5</sup> Этот перечень соответствует тому порядку, в котором Дарвин, по его собственным словам, писал главы своего труда. См. Ч. Д а р в и н. Сочинения, т. 9, стр. 139—140.

ны на предварительного очерка Дарвина, написанного в 1844 г., и его письма 1857 г. к Аза Грею с кратким изложением теории естественного отбора, что и было сделано на специальном заседании Линнеевского общества 1 июля 1858 г. Дарвин прекратил работу над большим трудом о видах, так как должен был приступить к написанию в короткий срок сжатого и общедоступного изложения своей теории. Текст этого «Извлечения из труда о происхождении видов» (как Дарвин первоначально предполагал его назвать) и составил первое издание «Происхождения видов».

Историки дарвинизма долгое время проявляли мало интереса к незаконченному большому труду Дарвина о видах, рукопись которого сохранилась и находится в библиотеке Кембриджского университета. В настоящее время в связи с нападениями некоторых западных историков эволюционного учения, обвиняющих Дарвина в заимствовании всех его основных идей у «предшественников», которых он якобы сознательно замалчивал, некоторые дарвинисты считают необходимым расшифровать и опубликовать незаконченную рукопись Дарвина, в которой в противоположность «Происхождению видов» даны все необходимые ссылки. Так, в ноябрьском номере журнала «Science» за 1959 г. Стауффер<sup>6</sup> напечатал статью, в которой сообщает некоторые подробности о неопубликованной рукописи Дарвина<sup>7</sup>.

Рукопись была названа Дарвином «Естественный отбор». К работе он приступил в сентябре 1854 г., после того как закончил задание четырехтомного труда об услопных раках. Однако до мая 1856 г. он был занят систематизацией гигантского числа заметок, конспектов, выписок и пр., накопленных в процессе изучения обширной монографической и журнальной литературы. Лишь после окончания этой работы и разработки предварительного плана сочинения Дарвин приступил к писанию труда. Одновременно, с 1854 по 1857 г., Дарвин провел необходимые наблюдения и эксперименты. Так, в Стаффордшире (в имении Веджвуда в Мэре) он изучал действие, оказываемое посадками лиственницы и сосны на состав растительности на вересковых пустошах и вызванные этим изменения в составе насекомых и птиц; у себя дома, в Дауне, он завод голубей и установил связь с английскими клубами голубеводов для изучения изменчивости в условиях одомашнивания; в 1856 г. он провел серию опытов, выясняя действие морской воды на выживание семян растений, и пр. Из его обширной переписки известно, как интенсивно он обсуждал со своими многочисленными корреспондентами и ближайшими друзьями различные стороны эволюционной проблемы и рассылал широкому кругу ученых и практиков разнообразные «вопросники». В мае 1857 г. он писал Уоллесу, что уже 20 лет занимается вопросом «о причинах изменения видов и разновидности», чем, несомненно, объясняется, что Уоллес именно Дарвину послал на суд свою статью о теории естественного отбора.

Объем написанной Дарвином части незавершенного труда измеряется, по словам Стауффера, 125—130 тыс. словами. Она содержит 11 глав, тематически охватывающих примерно 70% первого издания «Происхождения видов». Порядок глав несколько отличается от известной нам последовательности глав в «Происхождении видов». Главы 1 и 2 повествуют об изменчивости в условиях одомашнивания, глава 3 — «О способности всех органических существ скрещиваться время от времени и о замечательной чувствительности воспроизводительной системы к действию внешних факторов», глава 4 — об изменчивости в естественных условиях, глава 5 — о борьбе за существование как основе естественного отбора, глава 6 — «О естественном отборе», глава 7 — «О законах изменения: сравнение видов и разновидностей», глава 8 — о затруднении теории естественного отбора в вопросе о переходе от одной формы к другой, глава 9 — о гибридизации, глава 10 — об умственных способностях и инстинктах, глава 11 (ненумерованная) — о географическом распределении. Кроме первых двух глав, использованных, вероятно, Дарвином для его труда «Изменения животных и растений в условиях одомашнивания» (1868), остальная часть рукописи полностью сохранилась. Крайне неразборчивый почерк Дарвина создает, по словам Стауффера, очень большие трудности при расшифровке рукописи. До настоящего времени Стауффер расшифровал и переписал только главу 5-ю, которую он надеется вскоре опубликовать.

Стауффер заинтересовался в первую очередь этой главой потому, что она (как он пишет) «проливает новый свет на развитие дарвиновских экологических идей». Экологические проблемы адаптации и отношения животных и растений друг к другу и к окружающей среде глубоко интересовали Дарвина, так как они представляют основу для понимания борьбы за существование и естественного отбора. В этом отношении, помимо нового иллюстративного материала, рукопись Дарвина позволяет впервые выяснить вопрос о влиянии на Дарвина трудов Линнея. Многочисленные ссылки и цитаты главы 5-й показывают,

что Дарвин тщательно изучил и широко использовал фактический материал таких работ Линнея, как «Экономика природы», «Порядок природы», «О расширении обитаемой области земли», «Флора и насекомые», «Шведский хлеб». Это, говорит Стауффер, приводит нас к удивительному парадоксу: Дарвин, опрокинувший линнеевскую ортодоксальную догму о неизменности видов и построивший взамен ее эволюционную теорию, широко использовал экологические представления Линнея об «экономии природы» в качестве главного объяснения того, как действует естественный отбор. Иными словами, Линней оказал Дарвину главную помощь в формулировке его теории эволюции. Об основательности этого заключения Стауффера можно будет судить только после того, как он опубликует самый текст рукописи Дарвина.

\*\*\*

Загадка болезни Дарвина, которая крайне ограничивала его работоспособность, а часто полностью отрывала его от работы на многие недели и даже месяцы, давно интересует биографов. Известно, что в юные годы и во время своего кругосветного путешествия, требовавшего большого напряжения сил, он отличался превосходным здоровьем. Болезнь проявилась впервые в начале 40-х годов и выражалась в лихорадочном состоянии, частых тошнотах, тяжелых головокружениях и каких-то неприятных сердечных явлениях. Поставить точный диагноз и назначить соответствующее лечение врачи, наблюдавшие Дарвина, не могли. Он пользовался вошедшими тогда в моду водолечебными процедурами и считал, что они исцеляют его. После смерти Дарвина (патолого-анатомическое вскрытие не произведено) многие врачи — терапевты и психиатры — пытались установить диагноз его болезни. В последние годы этим занялись психоаналитики-фрейдисты, которые пришли к выводу, что болезнь Дарвина была психогенного порядка и являлась «реакцией на тиранический характер его отца», который якобы тяжело сказался на переживаниях Дарвина в молодости<sup>8</sup>. В октябрьском номере журнала «Nature» за 1959 г. появилась интересная статья профессора С. Адлера, который совершенно по-новому пытается установить болезнь Дарвина<sup>9</sup>.

Адлер, заведующий паразитологическим отделением Иерусалимского университета, обратил внимание на одно место в «Путешествии натуралиста» Дарвина. В главе 15-й, посвященной описанию перехода через Анды, Дарвин рассказывает, что во

время ночевки в деревне Лухан (поблизости от Мендосы) он подвергся ночью «нападению бенчуки, крупного черного папмасского клопа из рода *Reduvius*»<sup>11</sup>. Далее Дарвин пишет: «Нет ничего противнее того ощущения, какое испытываешь, когда по телу ползут эти мягкие бескрылые насекомые, около дюйма длиной. До того, как они насосутся, они совсем плоские, но после того как нальются кровью, становятся круглыми, и в таком состоянии их легко раздавить... Укус не причинял никакой боли». Дарвин находил этих клопов не только в восточном Чили, близ Мендосы, но и в западном Чили, и в Перу.

Как стало известно в новейшее время, описанный Дарвином клоп (его зоологическое название — *Triatoma infestans*), селящийся в щелях глинобитных домов во многих районах Южной и Центральной Америки и нападающий на человека и домашних животных, является переносчиком *Trypanosoma cruzi* — возбудителя тяжелого инфекционного заболевания, описанного в 1909 г. бразильским врачом К. Шагасом и названного по его имени («Болезнь Шагаса», или «американский трипанозомоз»). Главным очагом болезни является провинция Мендоса. На всемирном съезде инфекционистов в Рио-де-Жанейро в июле 1959 г., посвященном 50-летию открытия Шагаса<sup>12</sup>, констатировано, что и сейчас 60% населения провинции Мендоса дают положительную реакцию на зараженность трипаномой крови, а 70% исследованных в этом районе клопов являются носителями этой трипаномы. «Болезнь Шагаса» у маленьких детей часто приводит к смертельному исходу, у взрослых людей она проходит либо без всяких симптомов, либо при явлениях лихорадочного состояния, головокружений, сильных тошнот и общего ослабления организма. У больных оказываются пораженными пищеварительный канал (главным образом пищевод, прямая кишка и желудок) и сердце (миокард). Болезнь может тянуться многие годы.

Согласно Адлеру, невозможно доказать, что Дарвин болел «болезнью Шагаса», но полное совпадение симптомов его болезни с симптомами «болезни Шагаса» и то, что он подвергся нападению бенчуки в самом центре этого инфекционного заболевания (возможно, и в других местах), делают весьма вероятным такое предположение. Во всяком случае оно более убедительно, чем предположение фрейдистов, которые, не говоря о симптомах болезни Дарвина, не в состоянии рационально объяснить, почему реакция на «тиранию» отца проявилась

<sup>6</sup> «Some unpublished letters of Charles Darwin». Ed. by Sir Gavin de Beer, F. R. S. «Notes and Records of the Royal Society of London», June 1959, vol. 14, № 1, p. 25, note 5.

<sup>7</sup> R. C. Stauffer. On the Origin of Species. An Unpublished Version. «Science», 27 November 1959, vol. 130, № 3387, p. 1449—1452.

<sup>8</sup> В перечне глав буквальное заглавие, данное Дарвином, приведено только для главы 3, поскольку соответствующей самостоятельной главы в «Происхождении видов» нет.

<sup>9</sup> Внучка Дарвина Н. Барло составила краткий обзор медицинских заключений о болезни Дарвина. См. Ч. Д а р в и н. Сочинения, т. 9, стр. 448.

<sup>10</sup> S. Adler. Darwin's Illness. «Nature», October 10, 1959, vol. 184, № 4693, p. 1102—1103.

<sup>11</sup> Ч. Д а р в и н. Путешествие натуралиста на корабле «Бигль». Перевод, вступительная статья и примечания проф. С. Л. Соболя. М., Географизм, 1955, стр. 363.

<sup>12</sup> J. D. Fulton. Chagas's Disease. «Nature», 1959, vol. 184, № 4693, p. 1114—1115.

у Дарвина только в возрасте 32—35 лет, в период расцвета его научной деятельности и широкого признания его как замечательного геолога и зоолога. Участники

съезда в Рио-де-Жанейро признали сообщения Адлера вполне убедительными.

[С. Л. Соболев]

## ИСТОРИЯ ВОПРОСА О РОЛИ ВОДЫ КАК ИСТОЧНИКА КИСЛОРОДА В ПРОЦЕССЕ ФОТОСИНТЕЗА

Знакомство с историей учения о фотосинтезе показывает, что некоторые относящиеся к этой проблеме вопросы правильно разрешались отдельными исследователями уже в начале XIX в. В этой связи следует отметить, что одно из крупнейших достижений последних лет в изучении окислительно-восстановительных процессов фотосинтеза — выяснение роли воды в процессе фотосинтеза и источника выделяющегося при этом кислорода не является абсолютно новым открытием. Прежде чем говорить о современных исследованиях, позволивших опровергнуть господствовавшее более полутора веков представление о механизме фотосинтеза и установить, что световая стадия этого процесса при превращении энергии света в химическую энергию органических веществ связана с обратимым восстановлением хлорофилла, окислением воды и выделением кислорода последней, обратимся к старым работам, авторы которых в вопросе о роли воды в фотосинтезе придерживались близкой к современной точки зрения. Однако эти работы до сих пор не нашли должного освещения в литературе по истории учения о фотосинтезе.

Со времен первых исследователей фотосинтеза Д. Пристли (1772, 1776, 1779), Я. Ингенхауза (1779—1784) и Ж. Сенебье (1782, 1788)<sup>1</sup>, выяснивших значение таких факторов фотосинтеза, как зеленая окраска растений, солнечный свет и углекислый газ, считалось, что выделяющийся в атмосферу кислород является результатом разложения углекислого газа. Возможность участия в фотосинтезе и воды была отмечена в учебном руководстве Н. М. Максимовича-Амбодика в 1796 г., где впервые в истории ботаники автор выделяет самостоятельную часть «физическую или физиологическую» и в разделе о питании растений уверенно заявляет, что «первейшая растений лица есть вода и воздух»<sup>2</sup>. Органическими, в которых происходит усвоение этой пищи под воздействием солнца, Н. М. Мак-

симович-Амбодик считал листья. При этом он высказал интересную мысль о том, что зеленая окраска листьев обусловлена действием света. Растение погибает, если оборвать листья или помешать доступу к ним воды.

Здесь впервые упоминалось о воде как одном из основных факторов фотосинтеза, участвующих, наряду с углекислым газом воздуха, в создании органических веществ растения под воздействием света. Только спустя восемь лет Н. Т. Соссюр<sup>3</sup> экспериментально доказал справедливость этого положения, отметив, что роль воды сводится к «передаче своих элементов» синтезируемым растением веществам, после чего схема фотосинтеза приобрела современный вид: растение под воздействием солнечного света синтезирует органические вещества из воды и углекислоты воздуха.

По мнению Е. Рабиновича<sup>4</sup>, включение в схему фотосинтеза воды не изменило существующего представления о происхождении кислорода за счет разложения углекислоты в силу того, что оно возникло раньше. В действительности же это не совсем так. Доказательство участия воды в химическом процессе синтеза органических веществ в растении, очевидно, уже у Соссюра вызвало сомнение в правильности существовавшего ранее представления. Не принимая на веру ни одного неперепроверенного, а тем более спорного положения, Соссюр поставил специальный опыт для выяснения источника кислорода при фотосинтезе. Он поместил растение, обильно снабженное водой, в атмосферу, лишенную углекислоты. Если вода разлагается, рассуждал он, то и в отсутствие углекислоты в атмосферу должен выделяться кислород. Однако в процессе опыта кислород не был обнаружен, и Соссюр пришел к заключению, что химизм фотосинтеза сводится к взаимодействию молекулы воды с углекислым, восстановленным из углекислоты, кислород же последней выделяется в атмосферу.

Таким образом, методически неправильная постановка эксперимента, который должен был доказать возможность осуществления фотосинтеза без участия одного из важнейших его компонентов — углекислого газа, привела к утверждению в науке более чем на 100 лет неправильного представления о происхождении кислорода в этом процессе из углекислого газа.

Однако на протяжении всего XIX и начала XX в. ученые неоднократно возвращались к этому вопросу. Впервые новую точку зрения мы находим у профессора Харьковского университета Ф. И. Гизе, работавшего над вопросом получения химических соединений из растительных веществ и изучавшего их свойства. В обширном пятитомном руководстве по химии, считавшемся в то время образцовым, Ф. И. Гизе коснулся и вопроса о взаимодействии растений с воздушной средой под воздействием света. Упомянув в связи с этим о работах Пристли, Лавуазье, Шееле и Ингенхауза, он высказал мысль, что «кислотворный газ, получаемый в сем случае (при фотосинтезе. — Е. С.) в небольшом только количестве, происходит из воды, кислоторос отделяют зеленые части растений при содействии солнечного света»<sup>5</sup>.

Это было одно из первых высказываний о возможности происхождения выделяющегося при фотосинтезе кислорода из воды; меднее вразрез с общепринятым в науке представлением. Почти дословно мысль Ф. И. Гизе позднее была повторена французским ботаником А. Р. Ришаром<sup>6</sup>, ее разделял и ученик Ф. И. Гизе — химик Г. И. Гесс<sup>7</sup>. Такого же мнения о возможности превращения воды в процессе фотосинтеза придерживались и другие исследователи того времени. Немецкий химик Г. Линк (1819) не соглашался с мнением Соссюра, что «кислородное начало, освобождающееся при солнечном свете из растений, происходит от разрешения угольной кислоты. Может быть, — полагал Линк, — от солнечного света угольная кислота и разрешается, и через то кислородное начало освобождается, но вероятно, что в сем случае не одна только угольная кислота разрешается»<sup>8</sup>.

Более определенно по этому вопросу высказывался профессор Московского университета И. А. Давгубский.

Видя в листьях такой же орган питания растений, как и корни, этот исследователь считал, что основной частью питательного сока растений является вода, которая «при помощи света разрешается на составные части, водотор и кислотвор»<sup>9</sup>. Разложение воды он рассматривал в связи с поглощением из атмосферы «угольного» начала и зеленеением растения на свету.

Для развития учения о фотосинтезе весьма плодотворными были 40-е годы XIX в. После 30-летнего господства гумусовой теории работы Ю. Либиха и Ж. Б. Буссенго, доказавших, что основным источником углерода растений является воздух, привлекли всеобщее внимание к явлению воздушного питания растений.

Особенно энергично ратовал за возможность выделения кислорода не из углекислоты, а из воды Либих. По его мнению, водород воды, как более легко разложимого соединения по сравнению с  $\text{CO}_2$ , должен присоединяться к углекислоте и давать первое органическое соединение. При этом Либих<sup>10</sup> полагал, что восстановление  $\text{CO}_2$  не сразу влечет за собой синтез органического вещества, а через промежуточные соединения — растительные кислоты (щавелевую, яблочную, винную, лимонную и др.), которые по своему уровню восстановленности и по длине углеродной цепи находятся между двуокисью углерода и углеводами. Это заключение он основывал также на примере созревания плодов, которые вначале имеют кислый вкус, а затем становятся сладкими.

Относительно же количественного превращения двуокиси углерода в этом процессе Либих писал: «Очевидно, что для возникновения соединения, содержащего углерод и элементы воды, из 22 частей углекислоты должна выделяться половина кислорода, а из воды — весь наличный кислород; таким образом, всего должно выделяться 16 весовых частей кислорода.

Из	$\text{CO}_2$	выделяется 0
Из	$\text{H}_2\text{O}$	выделяется 0
Остается	$\left. \begin{matrix} \text{H} \\ \text{CO} \end{matrix} \right\}$	и выделяется 20 <sup>11</sup>

... Таким образом, ассимиляционный процесс в его простейшей форме может быть изображен как поглощение водорода из

<sup>1</sup> Подробнее о работах первых исследователей фотосинтеза см.: E. Rabinowitch, *Photosynthesis and Related Processes*, Cap. 2. The Discovery of Photosynthesis, New York, 1945, vol. 1, p. 12—28; Л. А. Иванов, История создания учения о фотосинтезе. «Изв. АН СССР», серия биол., 1947, № 3, стр. 329—339; Е. М. Сеченова, Возникновение и развитие учения о фотосинтезе. «Труды Ин-та истории естествозн. и техн.», 1960, т. 32, стр. 91—123.

<sup>2</sup> Н. М. Максимович-Амбодик. Первоначальные основания ботаники, т. 1—2. СПб. 1796, стр. 173.

<sup>3</sup> N. Th. Saussure. Recherches sur la végétation. Paris, 1804.

<sup>4</sup> Е. Рабинович. Фотосинтез, т. 1. М., ИЛ, 1951, стр. 32.

<sup>5</sup> Ф. И. Гизе. Всеобщая химия для учащихся и учащихся, т. 4. Харьков, 1813—1817, стр. 323.

<sup>6</sup> А. Р. Ришар. Основания ботаники и физиологии растений, ч. 1—2. М., 1835—1837.

<sup>7</sup> Г. И. Гесс. Основания чистой химии, ч. 1—2. СПб., 1831—1832.

<sup>8</sup> Цит. по редакционной статье журнала «Новый магазин естественной истории, физики, химии и сведений экономических», 1820, № 5, стр. 51.

<sup>9</sup> И. А. Давгубский. Начальное основание естественной истории растений. М., 1820, стр. 37.

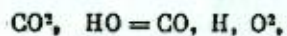
<sup>10</sup> I. Liebig. Die Wechselwirtschaft. «Ann. Chem. und Pharm.», 1843, Bd. 46, S. 58—97.

<sup>11</sup> В работе Либиха принято иное написание химических формул, чем в настоящее время. Вместо  $\text{CO}_2$  значится  $\text{CO}_2$ ; вместо  $\text{H}_2\text{O}$  —  $\text{H}_2\text{O}$ . Наличие одного атома водорода в формуле воды объясняется тем, что в то время водороду приписывали атомный вес вдвое больше истинного.

воды и углерода из углекислоты, вызывающие выделение либо всего кислорода из воды и всего кислорода из углекислоты..., либо только части указанного кислорода»<sup>12</sup>. При этом следует отметить, что данный процесс он рассматривал как процесс фотохимический, при котором «выделение кислорода из воды и углекислоты совершается в растении под влиянием солнечного света»<sup>13</sup>.

Более экспериментально обоснованными были доводы Буссенго (1848)<sup>14</sup>. Поставив опыты по выращиванию различных растений частично из семян, частично из проростков (с предварительным определением элементарного состава их органического сухого вещества) в почве, не содержащей органических веществ, он повторно определил затем содержание углерода, водорода, кислорода и азота. Результаты анализа показали, что при фотосинтезе наряду с крахмалом, образуются органические соединения, в составе которых водорода по сравнению с кислородом значительно больше, чем следовало ожидать, исходя из соотношения этих элементов в воде. Кислород выделяется в несколько большем количестве по сравнению с тем, которое заключается в усвоенной растением углекислоте. При этом Буссенго устранил возможное возражение, будто избыток водорода мог образоваться в растении за счет аммиака: он рассчитал, что если бы даже весь азот растения принимало только из аммиака, то и тогда еще оставалась непокрытой небольшая потребность в водороде.

На основании указанных и ряда последующих опытов Буссенго пришел к выводу, что «листья разлагают одновременно воду и углекислоту, которую они превращают в окись углерода»<sup>15</sup>:



где CO, H выражает отношение, в котором углерод присоединяется к элементам воды в клетчатке, крахмале, сахаре, словом, в тех веществах, которые вырабатываются листьями и состав которых сводится к углероду и воде. Впрочем, разложение воды зелеными частями растений не есть гипотеза; мне кажется, я установил ее реальность путем анализа растений, выросших в абсолютно стерильной почве, при исключительном воздействии углекислоты и воды»<sup>16</sup>.

<sup>12</sup> Ю. Л и б и х. Химия в приложении к земледелию и физиологии. М.—Л., Сельхозгиз, 1936, стр. 126.

<sup>13</sup> Там же, стр. 127.

<sup>14</sup> Цит. по кн.: А. Э. Майер. Учебник земледельческой химии, ч. 1. СПб., 1871, стр. 70.

<sup>15</sup> Реакция приведена по подлиннику. В современном виде ее следует читать так:  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CH}_2\text{O} + \text{O}_2$ .

<sup>16</sup> I. B o u s s i n g a u l t. Etude sur les fonctions des feuilles. «Comptes Rendus». Paris, 1865, vol. 61, p. 495.

<sup>17</sup> Цит. по кн.: Р а б и н о в и ч. Фотосинтез..., стр. 56.

<sup>18</sup> А. И. Х о д н е в. Состав студенистых растительных веществ и их физиологическое назначение. СПб., 1846.

<sup>19</sup> А. И. Х о д н е в. Курс физиологической химии. Харьков, 1847, стр. 62.

В те же годы М. Берглю (1864)<sup>17</sup> предпринял попытку более глубоко рассмотреть механизм ассимиляции растением углекислоты. Как и Буссенго, он наметил схему превращения двуокиси углерода и воды в процессе фотосинтеза. Концепции обоих химиков были одинаковы: углекислота и вода в процессе фотосинтеза диссоциируют: первая на окись углерода и кислород, вторая на водород и кислород. Продукты диссоциации, взаимодействуя между собой, образуют углеводы. Несмотря на то, что в этих гипотезах не было ясности относительно природы первичного продукта фотосинтеза, они отчетливо указывали на необходимость участия на первой стадии этого процесса двуокиси углерода и воды, а также на то, что оба эти соединения могут быть источником кислорода.

Аналогичную точку зрения высказал русский химик А. И. Ходнев (1847). Очевидно, его внимание и отношение к разбираемому вопросу в какой-то мере объясняется влиянием Либиха, в гиссенской лаборатории которого он некоторое время работал после окончания университета в 1841 г. Исследуя состав различных растительных веществ, что послужило темой его магистерской диссертации<sup>18</sup>, А. И. Ходнев обратил внимание на тот факт, что только образование сахара и крахмала можно объяснить как результат взаимодействия углерода и воды. Такие органические соединения как хлорофилл, воск, масла, смолы и другие, содержат больше водорода, чем вода в состоянии связи с кислородом. Некоторые же вещества вообще состоят только из углерода и водорода. Отсюда ученый сделал вывод, что «во всех этих случаях водород мог произойти не иначе, как из воды, и, следовательно, при этом должен был отделяться кислород. Отсюда вы видите, — писал он, — что вода служит между прочим и источником восстановления кислорода в атмосфере, уничтоженного дыханием и горением»<sup>19</sup>.

Это представление разделили и другие русские химики середины XIX в. Так, например, К. Шмидт отмечал, что «достоверно нельзя сказать, чтобы освобожденный из растений кислород был именно из углекислоты. Может быть, составные части углекислоты соединяются с водородом разлагаемой воды и, следовательно, осно-

бождаемый кислород будет из воды»<sup>20</sup>. Та же мысль повторена им позднее в работе «Химико-физиологические основания земледелия и скотоводства» (1867), специальный раздел которой посвящен проблеме питания растений и происходящим при этом процессам.

Об интересе русской научной общественности к поднятому вопросу свидетельствует анонимное сообщение в журнале «Натуралист» за 1866 г. «Откуда берется кислород, выдыхаемый растением». Статья знакомит читателя с исследованиями немецкого химика Э. Эрленмейера, который на основании наблюдений и работ Шмидта, Кольба, Шульца и других приходит к выводу, что «кислород, выдыхаемый растениями, не должен необходимо отделяться от угольной кислоты, как полагали до сих пор, но он может происходить и от разложения воды, а водород, сделавшийся свободным, действует на угольную кислоту вместе с минеральными веществами, водою и аммиаком и образует растительные вещества»<sup>21</sup>.

Ссылку на эти выводы Эрленмейера в 1863—1866 гг. «об образовании органических веществ растений вследствие разложения  $\text{H}_2\text{O}$ , а не  $\text{CO}_2$ »<sup>22</sup> мы находим на полях неопубликованной рукописи К. А. Тимирязева от 1867 г. О том, что русский ученый был сторонником указанной гипотезы, свидетельствуют его многократные высказывания в работах 60—70-х годов<sup>23</sup>. Разделяя точку зрения Берглю и Буссенго, К. А. Тимирязев считал, что в процессе фотосинтеза прежде всего разлагается вода; не располагая достаточными экспериментальными данными, он не развивает этой мысли, хотя в последующих работах возвращается к ней, считая указанный процесс вполне реальным.

Однако несмотря на то, что гипотеза о возможности выделения кислорода в процессе фотосинтеза за счет разложения воды высказывалась такими известными химиками, как Либих, Буссенго, Эрленмейер, Берглю и другие, большинство ученых второй половины XIX в. отнеслось к ней отрицательно. Один из известных агрохимиков А. Э. Майер выразил общее мнение, заявив, что «мы относим это воззрение

к категории ненужных и потому вредных гипотез, которыми всегда, к несчастью, наводнились физиологические науки»<sup>24</sup>.

Тем не менее эти гипотезы получили еще большее развитие к концу XIX и началу XX в. Особая заслуга в этом принадлежит русским биохимикам А. Н. Баху и В. И. Палладино. А. Н. Бах<sup>25</sup> рассматривал ассимиляцию углерода растением не как результат отщепления кислорода от молекулы окиси углерода, а как сопряженный окислительно-восстановительный процесс, происходящий за счет водорода и гидроксидов воды. В силу этого образование в процессе фотосинтеза восстановленных продуктов должно быть обязательно связано с образованием перекисей, в частности, перекиси водорода. Ученый полагал, что именно перекиси являются теми соединениями, которые при последующем разложении дают кислород. Отсюда следовало вывод, что выделяющийся при фотосинтезе кислород должен принадлежать воде.

Согласно представлениям А. Н. Баха, в процессе фотосинтеза двуокись углерода прежде всего переходит в гидрат  $\text{H}_2\text{CO}_3$ . В результате сенсibilизированной фотохимической реакции гидрат распадается, образуя малоустойчивое перекисное соединение надугольной кислоты  $\text{H}_2\text{CO}_4$  и формальдегида. Дальнейший распад надугольной кислоты приводит к возникновению перекиси водорода, разлагающейся с образованием молекулярного кислорода и воды. Энергия солнца в данной цепи превращений используется на разложение воды.

Развитию идеи А. Н. Баха о фотосинтезе как сопряженном окислительно-восстановительном процессе способствовали работы В. И. Палладино<sup>26</sup> об активации водорода дыхательного субстрата (углеводов и др.), а также кислорода в противоположном для фотосинтеза процессе — дыхании растений. Идея о фотоллизе воды, образовании перекиси водорода и выделении в результате этого кислорода в дальнейшем положена в основу гипотез Бредига (1914), Гофмана и Шумпольта (1916), Гуинберга (1923), Вейгерта (1923), Ван-Нилля (1931) и других<sup>27</sup>, исследовавших химизм фотосинтеза.

Хотя в настоящее время берется под

<sup>20</sup> К. Ш м и д т. Основания химии в применении ее к сельскому хозяйству, технической промышленности и домашнему быту, ч. 2. М., 1851—1852, стр. 237.

<sup>21</sup> «Натуралист», 1866, стр. 390.

<sup>22</sup> К. А. Т и м и р я з е в. Замечание на полях неопубликованной рукописи «Усвоение растениями углерода и зависимость этого отправления от наименее преломляющихся лучей солнечного спектра», 6 июля 1867 г., стр. 2. (Архив музея-квартиры К. А. Тимирязева).

<sup>23</sup> К. А. Т и м и р я з е в. Прибор для исследования воздушного питания листьев и применения искусственного освещения к исследованиям подобного рода. 1868. Соч., т. 2, М., Сельхозгиз, 1937, стр. 12.

<sup>24</sup> А. Э. М а й е р. Учебник земледельческой химии..., стр. 68.

<sup>25</sup> А. В а с h. Contribution à l'étude des phénomènes chimiques de l'assimilation de l'acide carbonique par les plantes à chlorophylle. «Comptes Rendus», Paris, 1893, vol. 116, p. 1145—1148.

<sup>26</sup> В. И. П а л л а д и н о. Дыхание растений как сумма ферментативных процессов. «Зап. АН», 1907, серия 8, т. 20, № 5, стр. 64.

<sup>27</sup> Подробнее см. Е. Р а б и н о в и ч. Фотосинтез..., стр. 56—61.

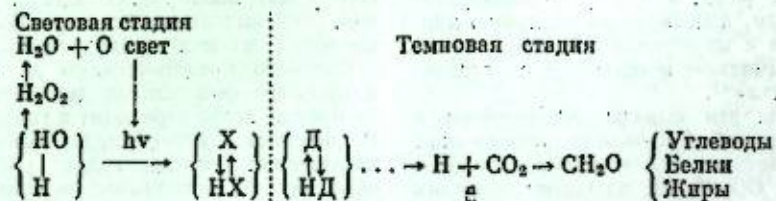
сомненно возможность образования перекиси водорода в качестве промежуточного продукта фотосинтеза, процесс окисления воды — фотолит — признан большинством исследователей. По мнению Ван-Нилля (1931, 1935, 1941), Шибата и Якушиджи (1933), Дхара (1934) и Гаффрона (1941, 1942)<sup>28</sup>, разложение воды является главной и даже единственной первичной фотохимической реакцией фотосинтеза.

Только в начале 40-х годов была, наконец, получена возможность прямой проверки всех высказанных гипотез. Применение метода изотопных индикаторов, в частности тяжелого изотопа  $O^{18}$  в составе воды и двуокиси углерода, позволило А. П. Виноградову и Р. В. Тейсу<sup>29</sup> и одновременно американскому физиологу Рубену и его сотрудникам<sup>30</sup> определить, что изотопный состав выделяющегося при фотосинтезе кислоро-

да подобен изотопному составу кислорода исходной воды и отличается от изотопного состава кислорода двуокиси углерода. Следовательно, этот кислород является результатом разложения воды, а не двуокиси углерода.

Таким образом, был окончательно разрешен вопрос, который в течение почти полутора столетий был лишь недоказанной гипотезой.

Благодаря этим данным, а также выявлению в процессе фотосинтеза двух стадий — световой (фотохимической) и темновой (ферментативной) и получению новых данных по оптическим и химическим свойствам хлорофилла — стало возможным представить в настоящее время механизм фотосинтеза в виде следующей схемы (по Рубину<sup>31</sup>), где X — хлорофилл, а Д — фермент дегидраза:



Темновая стадия

Из схемы видно, что энергия света используется непосредственно лишь в реакции окисления воды. Последнее становится возможным благодаря активированию хлорофилла квантом света ( $h\nu$ ). В результате того, что молекула хлорофилла приобретает способность присоединять к себе водород воды, молекула воды распадается на ионы H и OH. Водород восстанавливает хлорофилл, а гидроксильные группы, взаимодействуя, образуют перекись водорода  $H_2O_2$ , которая в свою очередь разлагается под действием фермента с выделением в атмосферу молекулярного кислорода. Не останавливаясь подробно на характеристике процессов световой и темновой стадий фотосинтеза, отметим, что превращение энергии света в химическую энергию органических веществ происходит лишь на первой стадии и связано с обратимым восстановлением хлорофилла, которое обуславливает окисление воды и выделение из нее кислорода.

Интересно отметить, что возможность происхождения кислорода при фотосинтезе не только из воды, но и из углекислоты, высказанную некоторыми исследователями еще в XIX в., в настоящее время допускает Д. И. Сапожников<sup>32</sup> на основании современных работ А. П. Виноградова и Р. В. Тейса<sup>33</sup>, Мошида и других (1942), Доуля и Дженкса (1944)<sup>34</sup>.

Из представленных фактов видно, что идея окисления воды в процессе фотосинтеза и выделения в атмосферу образующегося при этом кислорода была высказана еще в начале XIX в. В разрешении ее принимали участие ученые различных стран и среди них одно из первых мест принадлежит русским исследователям, причем с их именами связано окончательное ее доказательство благодаря использованию нового метода меченых атомов.

Е. М. Сенченкова

<sup>28</sup> Е. Рабинович. Фотосинтез..., стр. 160.

<sup>29</sup> А. П. Виноградов и Р. В. Тейс. Изотопный состав кислорода различного происхождения (кислород фотосинтеза, воздуха,  $CO_2$ ,  $H_2O$ ). «Докл. АН СССР», 1941, т. 33, № 9, стр. 497—501.

<sup>30</sup> S. Ruben, M. Randall, M. Kamen and I. L. Hyde. Heavy oxygen ( $O^{18}$ ) as a tracer in the study of photosynthesis. «J. Amer. chem. soc.», 1941, vol. 63, p. 877—879.

<sup>31</sup> В. А. Рубин. Физиология растений. М., Изд-во «Советская наука», 1954, стр. 210.

<sup>32</sup> Д. И. Сапожников. Физико-химические основы эволюции фототрофного типа питания. Диссертация, 1955.

<sup>33</sup> А. П. Виноградов и Р. В. Тейс. Изотопный состав кислорода... Новое определение изотопного состава кислорода фотосинтеза. «Докл. АН СССР», 1947, т. 56, стр. 57—58.

<sup>34</sup> Цит. по приведенной работе Д. И. Сапожникова.

## НЕЖЕГОРОДСКАЯ РАДИОЛАБОРАТОРИЯ им. В. И. ЛЕНИНА

О значении Нижегородской радиолоборатории им. В. И. Ленина (НРЛ) в истории радиотехники, в частности, в истории развития связи в Советском Союзе в различных направлениях опубликован ряд статей.

Вначале коллектив НРЛ состоял из самостоятельных групп, имеющих небольшие мастерские. У каждой группы была своя программа работы и смета; их деятельность координировалась Советом лаборатории.

Наиболее важные работы проводила группа, руководимая В. П. Вологдиным. Уже в 1919 г. она приступила к созданию машины высокой частоты мощностью в 50 *квт* в Ленинграде на заводе ДК; после опробования в НРЛ в 1921 г. машину в 1923 г. установили на Октябрьской радиостанции в Москве. Одновременно В. П. Вологдин разработал специального тончайшего (0,02—0,05 *мм*) авологдинского железа, производство которого было организовано на Урале. Впервые были изготовлены мощные ртутные стеклянные выпрямители для напряжения в 6000 *в*. В 1920 г. были закончены рабочие чертежи машины мощностью 150 и 250 *квт* и начато изготовление первой из них, которая была сдана в эксплуатацию в Москве в 1925 г.

Удачное решение разнообразных технических и технологических задач позволило группе В. П. Вологдина не только догнать немецкую фирму «Телефункен», но в ряде вопросов значительно опередить ее достижения. Были даже проведены эксперименты радиотелефонной связи при помощи высокочастотных машин с модуляцией в антенне. Сложность работы требовала больших затрат труда и средств, а также мощной производственной базы; что в условиях Нижнего Новгорода представляло тогда большие трудности.

Не менее важными были работы группы, возглавляемой М. А. Вонч-Брусевичем. Ее участники разрабатывали электровакуумную технологию и решали общие принципиальные вопросы радиосвязи, в частности задачи радиотелефонирования. Еще в 1918 г. было налажено производство пустотных радиоламп для приема вместо французских, которыми пользовались в то время все центральные приемные радиостанции. Поэтому к весне 1919 г. при участии Ф. И. Ступака советские приемные станции освободились от иностранной зависимости; в связи с этим можно было перейти к разработке более мощных генераторных ламп для радиотелефонии. В конце 1919 г. уже были разработаны лампы мощностью в 5; 50; 150 и даже 250 *вт* и начаты опытные радиотелефонные передачи, принятые в Москве. В 1920 г. были изготовлены и пущены в серийное производство лампы с водяным охлаждением анодов мощностью 1,25, а затем 2 *квт* и даже больше. Это расширило масштаб опытов

радиотелефонии. Радиотелефонные передатчики с новыми лампами были установлены в Нижнем Новгороде, в Москве и в Свердловске (тогда Екатеринбург).

Результаты экспериментов 1921—1922 гг. посвященных изучению радиотелефонии, привлекли внимание В. И. Ленина и явились началом советского радиовещания.

В Москве был установлен первый ламповый радиотелефонный передатчик для радиовещания мощностью в 6 *квт* на лампах с анодами, охлаждаемыми водой. Вскоре его мощность была повышена до 12 *квт* — по тому времени это был самый мощный радиотелефонный ламповый передатчик в Европе, которому было присвоено имя Коминтерна, а радиослушатели называли его «Большой Коминтерн». Эта станция была создана в два с половиной года. Первый пробный радиоконцерт передан 15 сентября 1922 г.

Между тем разработка мощных радиоламп продолжалась — мощность ламп с воздушным охлаждением была повышена до 500 *вт*, а лампы с водяным охлаждением до 25 и даже 30 *квт*.

Проблемами радионамерений, теоретическими вопросами электродинамики и физических процессами в электронных лампах занимались сотрудники, объединившиеся в 1920 г. в лаборатории В. В. Татарникова. В 1922 г. эта группа разработала интересный способ радиопередачи двумя волнами с одной антенны, а в 1923 г. опубликовала получивший потом широкое распространение метод исследования радиосетей на моделях антенн, уменьшенных в 100 раз и возбуждаемых электрическими колебаниями ультравысокой частоты.

Группа, которую в 1921 г. возглавил А. Ф. Шорин, специализировалась на усовершенствовании радиотелеграфных буквопечатающих и быстродействующих аппаратов. Она потратила немало труда на решение вопроса согласования в эксплуатационных условиях работы проволочного телеграфа и телефона с радиотелеграфом при условии применения усилительных электронных ламп. В 1922 и 1923 гг. было начато массовое производство некоторых видов высококачественной аппаратуры, что позволило вскоре широко внедрить в промышленность ряд разработанных А. Ф. Шориным приборов.

Под руководством В. К. Лебединского была создана небольшая лаборатория, где изучались вопросы перспективного характера в области радиотелефонии (экранирующего действия проводников, детектирования при помощи электронной лампы и др.). Большое значение имели работы радиолюбителя О. В. Лосева по изучению генерирующих кристаллов цинкита — явления, открытого им еще в Твери в 1919 г.

Группа под руководством Д. А. Рожанского в течение 1922—1924 гг. разработала оригинальные конструкции осциллогра-

фических трубок с холодным катодом для радиоизмерительных целей и выполнила ряд теоретических расчетов (например, антенны для «Октябрьской станции»).

Организация связей по научно-техническим и административным вопросам была возложена на группу П. А. Острякова, который в 1920 г. оборудовал в Москве вспомогательную производственную базу под руководством Н. А. Никитина. Эта группа должна была подготавливать опыты связи между Москвой и Нижним Новгородом, расширять выпуск генераторных ламп и создавать мощные передатчики «Большой Коминтерн» и «Новый Коминтерн». Эта группа была представителем НРЛ в Москве.

Непосредственный контакт лабораторий и производственных мастерских, оригинальность и новизна конструкций аппаратуры, изготовлявшейся в большинстве случаев в виде единичных экспериментальных макетов, не подлежащих передаче в массовое производство, высокая квалификация производственных рабочих, отсутствие стандартных материалов и т. п. не требовали организации специального конструкторского бюро. Все работы в мастерских выполнялись по эскизам «в карандаше» без детализации описания технических условий. Конструировать в современном смысле этого слова было тогда нечего, и задачи КБ сводились лишь к изготовлению некоторых чертежей по готовым объектам, причем наиболее важные детали оформлялись в виде синек для отчетов и докладов.

С течением времени, когда были созданы условия перспективной работы на заводах треста слаботочной электропромышленности, освоены большие капиталовложения, использовано оборудование Ленинградских заводов, почти половина сотрудников НРЛ во главе с В. П. Вологодским, Д. А. Рожанским и А. Ф. Шорниным в 1923 г. перешли на работу в промышленность. Произошла коренная реорганизация НРЛ.

Во главе оставшейся группы сотрудников стали В. К. Лебединский и М. А. Бонч-Бруевич.

М. А. Бонч-Бруевич был назначен директором лаборатории; В. К. Лебединский возглавил редакцию журнала и другие издания НРЛ, а также руководил повышением квалификации научных сотрудников и некоторыми теоретическими работами. Административное руководство было поручено Н. В. Селиверстову. Руководство лабораторией Д. А. Рожанского было поручено Б. А. Остроумову; лаборатория В. В. Татарникова пополнилась молодыми радиотехниками. Производство вакуумных приборов (в том числе новых типов электронных ламп) возглавил Г. В. Путятин, а радиотехнические мастерские — А. В. Салтыков.

Достигнутые успехи, отмеченные, в частности, Арко и Мейсснером — фактическими руководителями немецкой фирмы «Телефункен» и другими авторитетными спе-

циалистами, свидетельствовали, что лампа (как основной элемент техники связи) полностью заменила машину. И хотя машина еще сохранилась в Советском Союзе и за рубежом как мощный генератор высоких частот для технологических целей на производстве, но применение ее в качестве основного средства связи резко пошло на убыль.

Деятельность радиолaborатории стала еще более напряженной, хотя число сотрудников не возросло.

По постановлению Правительства к 1926 г. была закончена новая радиовещательная станция с новыми лампами и с питанием от ртутных выпрямителей мощностью более 40 *квт*, названная слушателями «Новый Коминтерн». До постройки радиотелефонного передатчика в г. Цезезен (60 *квт*) это была самая мощная радиовещательная станция в мире. Начался выпуск областных радиотелефонных передатчиков мощностью 1—1,2 *квт*, получивших название «Малый Коминтерн».

К 1928 г. из 43 радиовещательных передатчиков, установленных в различных районах нашей страны, 29 были целиком разработаны, изготовлены и сданы в эксплуатацию в НРЛ, в том числе самые мощные радиостанции «Большой Коминтерн» и «Новый Коминтерн». Задания Правительства по организации радиовещания были полностью выполнены.

Параллельно с этим в 1924 г. были начаты систематические исследования, посвященные коротким волнам, своеобразные свойства которых начали все более и более привлекать внимание радиоспециалистов во всем мире. Разработка теории связи на коротких волнах, а также начало эксплуатации направленной коротковолновой линии связи Москва — Ташкент (1927) явились новым достижением научного коллектива НРЛ. Необходимо было продолжать работать над теорией направленных антенн, блестящее начало которой было положено М. А. Бонч-Бруевичем, изучить закон распространения коротких волн на большие расстояния, разработать отправительную и приемную аппаратуру. В течение ряда лет коротковолновая линия безупречно работала до замены ее более усовершенствованной системой.

Была установлена непосредственная связь отдаленных районов Восточной Сибири с Москвой. Теория направленных антенн получила полное экспериментальное подтверждение в опытах на «Радиополе» в Нижнем Новгороде и в эксплуатации на линии Москва — Ташкент.

Успехи НРЛ и широкое освещение в печати ее работ привлекли внимание широких слоев населения, появилось много радиолюбителей и крыши городов и селений покрылись лесом приемных антенн. Разработка электронных ламп обеспечила выпуск всех типов ламп, которые были необходимы для аппаратуры, поступающей в эксплуатацию: от лампы «смаютка», требовавшей для накала напряжения

в 2 *в* и ток в 100 *ма* при напряжении на аноде всего 10—12 *в*, до мощной генераторной лампы, обеспечившей при работе на прямую вертикальную антенну при длине волны в 100 *м* мощность в 100 *квт*.

М. А. Бонч-Бруевич выдвинул проект создания сверхмощной ширококонтинентальной станции на 1000 *квт*, опередив таким образом американского инженера Гольдемита на два года. Лампы и питающее устройство для этой станции были уже разработаны. Изготовленные приборы оформлялись просто, без излишних украшений.

В этот же период началось печатание журнала «ТГТБ» (Телеграфия и телефония без проводов) и других изданий лаборатории. Ежемесячно выпускались номера единственного на русском языке радиотехнического журнала. В каждом номере значительное место отводилось литературным обзорам и информации о новых работах советских радистов, а также хронике жизни коллектива лаборатории.

В связи с возросшим интересом к средствам беспроводной связи НРЛ выпустила несколько популярных брошюр; радиолюбители особенно ценили советы относительно эксплуатации примитивных самодельных приемников и передатчиков. Большую известность получили успехи первого советского радиолюбителя Ф. А. Лбова и замечательные свойства «кристалла» О. В. Лосева.

Авторитет НРЛ как научно-технического учреждения особенно проявился при проведении Всесоюзного съезда физиков, организованного по инициативе академика А. Ф. Иоффе в 1926 г. с участием зарубежных специалистов. Некоторые заседания съезда проходили в Нижнем Новгороде. Сотрудники НРЛ представили доклады, вызвавшие большой интерес участников съезда.

Экспонаты НРЛ на радиотехнической выставке в Стокгольме в 1926 г. привлекли особое внимание и вызвали оживленную переписку. Наибольшее впечатление на шведских специалистов произвела генераторная лампа мощностью в 25 *квт* с наружным водяным охлаждением и «кристалл» О. В. Лосева.

Переводы некоторых статей сотрудников НРЛ и краткие сообщения об успехах НРЛ помещались в советских и зарубежных радиотехнических и физических журналах.

## ИЗ ИСТОРИИ ВОДОМЕТНОГО ДВИЖИТЕЛЯ

Водометная система приведения судов в движение за последние годы привлекла внимание конструкторов многих стран. В нашей стране налажено серийное производство водометных катеров по проектам И. М. Коновалова, М. Д. Хрешикова, А. П. Кужма и др. Сотни водометных судов грузоподъемностью до 150 *т* используют-

ся на реках нашей страны для различных целей (для буксировки, для рыбной ловли, для лесосилов, для транспортировки пассажиров и т. п.). В 1960 г. спущен на воду Днепра крупногабаритный теплоход «Лысенко» с водометным движителем, имеющий мощность основного двигателя 300 *л. с.* Будучи первым опытным образцом пас-

Основными направлениями работы первой в нашей стране радиотехнической лаборатории нашли отражение в докладе М. А. Бонч-Бруевича на торжественном заседании Нижегородского горсовета в марте 1928 г. по случаю второго награждения НРЛ орденом Трудового Красного знамени. Приведем выдержку из стенограммы его выступления: «...Спрашивается, каким образом работа Радиолaborатории была поставлена, как она может проводить свои идеи — и дело ширококонтинентальной и дело коротких волн — в жизнь? Здесь сыграла роль правильная конструкция Радиолaborатории, которая была взята в самом начале и которая себя оправдала. Эта конструкция заключается в том, что Радиолaborатория с внешней стороны представляла собой — со стороны внешней своей структуры — в совокупности научное, техническое и промышленное учреждение, а со стороны внутренней структуры, внутренних традиций, она представляла собой союз ученых, инженеров и рабочих. Вот эта возможность проводить самые передовые, самые высокие научные достижения, непосредственно преломлять их сквозь призму инженера и непосредственно осуществлять их руками рабочих — эта возможность была для нас основным залогом успеха.

Мы не ждали, кто будет прав, когда споры о коротких волнах разгорались; мы не только спорили, а сразу же построили 3 станции, и эти станции наглядней всего показали, что короткие волны должны являться основным средством связи.

Что дало это стране? Это дало стране то, что Московский узел после долгих споров стал строиться на коротких волнах, на средствах более дешевом, дающим экономии в миллионы рублей.

Мы выпускали брошюры — одну о радиолюбительской литературе, одну о лампочке, до тех пор пока промышленность не подхватила это и не встала на ноги. Но этого было мало. Радиофикация, сама идея ее, не могла бы проникнуть в гущу, в массу, если бы не было передающих станций. И вот эта возможность строить самим станции, возможность иметь собственную маленькую производственную мастерскую, и дала ей почву...»

Б. А. Остроумов  
(Ленинград)

сажирского водометного судна, теплоход «Лысенко» продемонстрировал на натурных испытаниях неплохую эффективность: пропульсивный коэффициент полезного действия около 0,45.

Развитие гидрореактивного типа судового движителя имеет интересную историю, в ходе которой ценность такой системы не однажды подвергалась сомнениям и получала новые подтверждения.

Начиная с середины XVIII в., ученые и инженеры предсказывали большие выгоды и перспективность использования реакции струи для приведения в движение турбин и судов. Однако на практике в течение следующих двух столетий эти предсказания оправдались только для турбостроения (для приведения во вращательное движение рабочего объекта): здесь были достигнуты высокие коэффициенты полезного действия гидрореактивного двигателя. Иную судьбу имело внедрение реактивного двигателя в судостроение для приведения судов в поступательное движение. Теоретики и инженеры к концу XIX в. пришли к заключению о невыгодности реактивного судового движителя по сравнению с другими. Интересно найти объяснение этому факту, рассматривая исторический материал.

В литературе упоминаются об изобретениях реактивных судовых движителей встречаются уже в начале XVIII в., например, о патенте англичанина Аллена<sup>1</sup> в 1729 г.

В 1753 г. Парижская Академия наук объявила конкурсе на изыскание наилучшего корабельного двигателя, дополняющего действие ветра на больших кораблях. Многочисленные проекты основывались на использовании тех или иных гребных устройств, приводимых в движение мускульной силой. Первую премию получила работа Д. Бернулли<sup>2</sup>, в которой среди различных проектов судового движителя предлагался проект реактивного корабля. Тематика статей Бернулли в «Комментариях Петербургской Академии наук» в 1726—1730 гг. говорит о том, что этой проблемой он занимался еще в Петербурге. Наиболее полно все его теоретические и экспериментальные результаты по этому вопросу изложены в фундаментальном сочинении «Гидродинамика»<sup>3</sup>, вышедшем в 1738 г. в Страсбурге. На титульном листе первого издания этой книги указано, что автор выполнил этот труд во время пребывания в Петербургской академии.

В разделе 13 трактата изложены проект и теория гидрореактивного судна. Основную задачу раздела об определении силы реакции истекающей струи на сосуд, из которого жидкость истекает, коротко можно сформулировать следующим образом.

Цилиндрический сосуд имеет на уровне дна в вертикальной стенке отверстие площадью  $\sigma$ . Через это отверстие вытекает с относительной скоростью  $U$  вода из сосуда; сосуд движется в сторону, противоположную направлению истечения, со скоростью  $V$  (на роликах или другим способом). В сосуд непрерывно поступает вода как бы под видом дождя, обеспечивая постоянный уровень воды в сосуде.

Силу отталкивания воды, вытекающей из сосуда, Бернулли подсчитывает, беря отношение количества движения вытекающей элементарной массы воды  $\sigma U \Delta t \cdot U$  к элементу времени  $\Delta t$ :

$$P_1 = \sigma U^2.$$

Далее он определяет силу торможения за счет инерции воды, поступившей сверху в сосуд. Эта сила равна произведению массы воды, прибывающей в сосуд за время  $\Delta t$ , т. е. количества  $\sigma U \Delta t$  на скорость движения сосуда  $V$ , отнесенному к элементу времени  $\Delta t$ :

$$P_2 = \sigma UV.$$

Результирующая действия обоих факторов на сосуд с водой или сила реакции воды на сосуд равна

$$R = P_1 - P_2 = \sigma U(U - V). \quad (1)$$

В премированной на конкурсе Парижской академии работе Бернулли, отдавая предпочтение проекту судна с веслами особой конструкции, немалое внимание уделяет также проекту реактивного судна. Он сделал много расчетов о возможной скорости судна, относительно числа рабочих, необходимых для достижения такой скорости судна и прочих проблем.

Похвальный отзыв на конкурсе Парижской Академии наук получила работа другого петербургского академика Л. Эйлера «О приведении в движение корабля без силы ветра»<sup>4</sup>.

В этой статье Эйлер обстоятельно исследовал явление реакции истекающей из сосуда жидкости и предложил проект гидрореактивного судового движителя. Он рассматривает идеальную жидкость, протекающую по изогнутой в плоскости чертежа трубке  $EEFF$  (рис. 1), и вводит три категории сил, действующих на частицы жидкости: «актуальные силы»  $P$ , действующие на жидкость извне: силы реакции трубки на жидкость —  $R$  (та же величина  $R$  с плюсом означает обратное действие протекающей жидкости на трубку) и «требуемые силы»  $Q$ , необходимые для сообщения частицам воды наблюдаемого движения.

«Требуемые силы», по Эйлеру, представляют произведение масс элементарных частиц жидкости  $dm$  на их ускорения  $\frac{dV}{dt}$ , т. е. не что иное как изменение количества

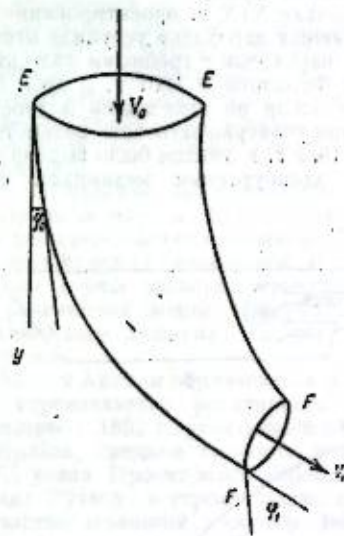


Рис. 1

движения частицы за бесконечно малое время. Эйлер указывает равенство, «которым связаны все эти силы:

$$P - R = Q. \quad (2)$$

Это равенство является выражением общей теоремы динамики об изменении количества движения системы, сформулированной Эйлером для идеальной жидкости<sup>5</sup>.

Для установившегося движения жидкости в трубке указанная теорема дает возможность определить горизонтальную составляющую силы реакции воды на трубку в следующем виде:

$$R = V_0^2 \sigma_1 \left( \frac{\sin \phi_1}{\sigma_1} - \frac{\sin \phi_0}{\sigma_0} \right). \quad (3)$$

где  $V_0$ ,  $\sigma_0$ ,  $\phi_0$  — скорость, поперечное сечение и угол касательной к трубке с осью  $EY$  во входном отверстии трубки;  $V_1$ ,  $\sigma_1$ ,  $\phi_1$  — те же параметры в выходном сечении трубки.

Исследуя вопрос о наиболее выгодном устройстве и форме труб реактивного двигателя для корабля, Эйлер делает вывод, что наибольшее значение реактивной силы  $R$  будет тогда, когда оба синуса будут равны единице, а во втором слагаемом

знак минус превратится в знак плюс, т. е. когда

$$\sin \phi_1 = 1; \quad \phi_1 = 90^\circ; \quad \sin \phi_0 = -1; \quad \phi_0 = -90^\circ.$$

Трубка при этом должна иметь П-образный вид, так как входное и выходное колена трубки должны быть параллельны (входное и выходное сечения ориентированы одинаково). Сила горизонтальной реакции в этом случае равна

$$R = V_0^2 \sigma_1^2 \left( \frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_0} \right). \quad (4)$$

К сожалению, реализация первых проектов гидрореактивных судов, как и гидравлических турбин, проводилась во второй половине XVIII и в первой половине XIX в. не по рекомендациям Эйлера. Инженеры руководствовались упрощенными расчетами и часто действовали, опираясь только на технический опыт и навыки. Теоретики с опозданием вновь приходили к выводам, сделанным Эйлером.

Более, чем 100 лет спустя после работы Эйлера, в С.-Петербурге была опубликована интересная статья А. К. Эшлимана<sup>6</sup>, в которой он подробно теоретически исследует вопрос о приведении пароводов в движение силой реакции струи. Содержание и методы исследования в этой работе настолько близки к методам изложенной работы Эйлера, что возникает мысль о том, что автору были известны сочинения Эйлера о гидравлических реактивных двигателях. Исходя из той же схемы криволинейной трубки, по которой протекает жидкость, совершенно аналогичными рассуждениями А. К. Эшлиман получает аналогичные эйлеровым формулы для реакции жидкости на трубку, например, равенство (3) и (4). В отличие от Л. Эйлера, А. К. Эшлиман предлагает располагать П-образный трубопровод не в вертикальной плоскости (т. е. когда вода всасывается со дна), а в горизонтальной плоскости дна (т. е. когда вода забирается с кормы и истечение производится также в кормовой части). А. К. Эшлиман утверждал, что при такой конструкции коэффициент полезного действия должен быть около 60%. Он писал: «Если в Бельгии жалуются на дороговизну этого двигателя, то это потому, что в бельгийских пароходах действует менее половины той величины реакции, которой можно располагать; ибо там вода берется снизу и кроме того выбрасывается наклонно»<sup>7</sup>.

Возможность увеличения тяги водомета за счет наилучшей конструкции двигателя

<sup>5</sup> См. об этом А. Г. Лойцянский и А. П. Лурье. Курс теоретической механики, ч. II. М.—Л., Гостехиздат, 1948, стр. 73. Более близкий к оригиналу вывод указанных здесь равенств можно найти в статье Н. А. Тюлиной «Вопросы истории естествознания и техники», 1957, вып. 4, стр. 35.

<sup>6</sup> А. К. Эшлиман. О движении судов силою реакции. «Московский сборник», 1868, № 7.

<sup>7</sup> А. К. Эшлиман. О движении судов силою реакции. Там же, стр. 8.

<sup>1</sup> M. Rühlmann. Allgemeine Maschinenlehre, Bd. IV. Leipzig, 1875, S. 76.

<sup>2</sup> D. Bernoulli. Recherches sur la manière la plus avantageuse de suppléer à l'action du vent. Recueil des pièces qui ont remporté le prix, t. 7. Paris, 1769.

<sup>3</sup> Д. Бернулли и. Гидродинамика. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 389 и 409.

<sup>4</sup> L. Euler. Mémoire sur la manière la plus avantageuse... Recueil des pièces... t. 8, Paris, 1771, p. 24.



А. К. Эшлиман видел в преимуществе П-образной схемы расположения труб по сравнению с иным расположением, например с прямолинейным. Предложения А. К. Эшлиманом проекты схематично изображены на рис. 2, а и б. Там же (рис. 2, в) изображена схема расположения труб, предложенная Л. Эйлером, если трубы поместить в горизонтальной плоскости дна, как предлагал А. К. Эшлиман.

Первое судно с реактивным двигателем было построено в Северной Америке в 1787 г. по проекту Рэмсея. В то время Соединенные Штаты Северной Америке

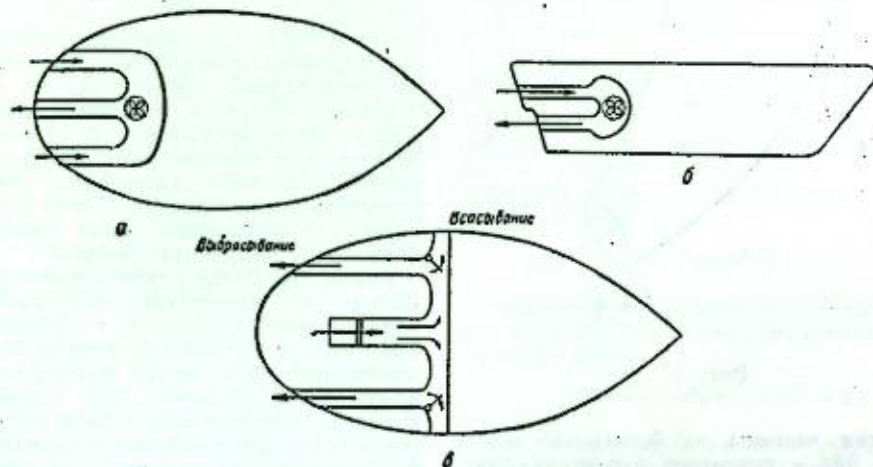


Рис. 2

только что завоевали политическую самостоятельность и одной из главных особенностей развития экономики в этой стране было наличие свободных земель при недостатке свободных рабочих рук. Об этой особенности К. Маркс писал следующее:

«...в Северной Америке введение машин было вызвано как конкуренцией с другими народами, так и недостатком рабочих рук, т. е. несоответствием между промышленными потребностями Северной Америки и ее населением»<sup>8</sup>.

Судно Рэмсея было одним из первых пароходов, так как первые удачные опыты постройки и пуска пароходов проведены в Англии в 1787—1788 гг. (с гребными колесами). По проекту Рэмсея вода втягивалась через нос судна и силой пара изгонялась через корму, причем сила реакции вытекающей струи сообщала судну движение вперед. Пароход Рэмсея развивал скорость до трех четвертей лье в час, что было меньше обычной скорости парусных и весельных кораблей. Рэмсей видел причину больших потерь в том, что поршень в начальный момент действия на воду получал удар, который передавался всей машине. В следующем 1788 г. в Аме-

рике было организовано «Рэмсеевское общество» по эксплуатации изобретений Рэмсея, где участвовал и знаменитый В. Франклин. Сам Рэмсей вскоре переехал в Англию, где продолжил проектировать гидро-реактивные суда.

В начале XIX в. проектирование гидро-реактивных пароходов уступило место проектам пароходов с гребными колесами (пароход Фультона в 1807 г. и др.). Однако изобретатели не отказались полностью от попыток усовершенствовать водометные суда. В 1839 г. в Англии было выдано два патента эдинбургским механикам отцу и

сыну Рутвен на судно с реактивным двигателем. Немецкий инженер-судостроитель Зейдель, совершая путешествие по Англии и Ирландии в 1847 г., познакомился с изобретением Джона и Мориса Рутвен, и они совместно занялись дальнейшим совершенствованием двигателя этой системы. В результате они спустили на воду в Шотландии реактивный корабль «Феномен», который развивал скорость до 8 английских миль в час. Двухцилиндровая паровая машина имела мощность до 3 л. с.

Идея использования реакции истекающей струи жидкости для приведения в движение судов приобрела новых сторонников в различных странах. В 1838 г. русский моряк инженер-капитан С. О. Бурачек предложил проект гидро-реактивного судна, имеющего два продольных водопотока. Вода по этим трубам должна была получать движение благодаря горизонтальному колесу, расположенному в общей средней части обеих труб и приводимому во вращение электромотором (изобретение Б. С. Якоби). Позже С. О. Бурачек опубликовал две статьи, в которых делал попытку установить зависимость величины реактивной

силы тяги судна от скорости его движения и скорости истечения воды из труб при учете сопротивления воды движению судна<sup>9</sup>. По проекту С. О. Бурачека А. А. Саблуков построил реактивную лодку — «водогон» с водопотоками, идущими на уровне ватерлинии от носа к корме. Вода в них разгонялась при помощи вращающейся крылатки. В присутствии представителей морского ведомства лодка продемонстрировала работу двигателя, но при этом показала весьма малую скорость хода. Главной причиной этого было узкое сечение труб водомета.

Н. Н. Божерянов, преподававший практическую механику в Корабельно-инженерном училище, был сторонником системы реактивных судовых двигателей. В 1853 г. он провел серию экспериментов над моделью реактивной лодки, которая, кроме прямолинейного движения, могла делать и повороты.

В 1852 г. в Англии образовалось общество по строительству реактивных судов, построившее в 1853 г. реактивный корабль «Дитеррайз», средняя скорость которого была 7,5 узлов. Проект этого корабля принадлежал Рутвен; в строительстве принимал участие немецкий инженер Зейдель. Последний возглавил в Штеттине строительство большого реактивного парохода «Альберт» (местностью до 50 пассажиров с багажом), который был закончен в 1856 г. и долгие годы курсировал по р. Одер. Мощность его паровой машины была 17 л. с., средняя скорость — 7 узлов.

Под влиянием этого примера известная бельгийская машиностроительная фирма Кокериль в 1862 г. построила пассажирский реактивный пароход «Серенг № 2», который курсировал на р. Маас. Этот пароход был примерно в полтора раза больше, чем «Альберт», и имел мощность 40 л. с. Присутствовавший при испытании парохода русский капитан-лейтенант А. Федоров так описывал этот опыт:

«...Предложение системы двигателя посредством реактивного движения воды в настоящее время не подлежит уже более сомнению на практике... Доказательством тому служит пароход «Серенг № 2», который... несколько не уступает в скорости хода собрату своему — колесному пароходу «Серенг № 1», совершенно равному по размерениям и силе механизма»<sup>10</sup>.

В 1866 г. на заседании Второго отдела Русского технического общества был заслушан доклад Плещова, возвратившегося из командировки в Бельгию, где он познакомился с водометами системы Рутвен. Он получил патент от фирмы Кокериль на предложение заменить паровую машину

и центробежную помпу, всасывающую и разгоняющую воду реактивного двигателя, инжектором типа прибора Жифара. Однако субсидии для проведения опытов Плещов не получил, и поставленные им на его скромные средства опыты с инжективным водометным двигателем не дали ожидаемых результатов.

В наши дни, когда повысился интерес к системе водометного двигателя для мелкосидящих судов, советские инженеры ищут различные способы увеличения эффективности этого двигателя; одним из них является попытка использования явления эжекции и инжекции в водометах<sup>11</sup>.

Успех в эксплуатации бельгийского реактивного корабля побудил английское адмиралтейство послать в Бельгию инженера Моррея для изучения этого корабля, после доклада которого в Англии построили железную бронированную канонерку с реактивным двигателем. Это реактивное судно под названием «Русалка» было спущено на воду в 1866 г. и показало неожиданный результат — средняя скорость его была 9,4 узлов. Однако позже при сравнительных испытаниях «Русалки» и двух канонерок с гребными винтами, имевших такой же корпус и такие же машины, «Русалка» потерпела поражение. Оно касалось не скорости поступательного движения, а времени, необходимого на поворот судна («Русалка» тратила на поворот около шести минут, тогда как канонерки со двоянными винтами — всего лишь по три минуты). Следует заметить, что в дальнейшем все авторы, исследовавшие проблему реактивных судовых двигателей, единодушно отмечали в качестве главного преимущества этой системы чрезвычайно большую легкость маневрирования и поворотов, достигаемых при помощи водометных труб без всяких рулей. Тот факт, что «Русалка» не продемонстрировала этого важнейшего качества, объяснялся несовершенством конструкции ее водометного двигателя. Немецкий специалист в области турбин Цейнер позже писал, что испытания «Русалки» нанесли смертельный удар всей проблеме. Действительно, после этих испытаний сторонники применения реактивных судовых двигателей сразу превратились в противников этой системы и забрали из Адмиралтейства свои дополнительные заключения. Многие объясняли низкие показатели «Русалки» тем, что всасывающие трубы были расположены в днище корабля, а выбрасывающие находились на уровне ватерлинии и т. п. После этого случая попытки строительства более совершен-

<sup>9</sup> С. О. Бурачек. Результаты, могущие последовать от применения электромагнетизма. «Маяк», 1840, кн. 2, № 5; в то же. Возможность заменить винтовой двигательным, более выгодным и безвредным. «Морской сборник», СПб., 1860, № 5, 6.

<sup>10</sup> А. Федоров. Механизм, действующий посредством реактивного движения воды. «Морской сборник», 1863, № 9, стр. 23.

<sup>11</sup> Н. К. Тихомиров. К теории эжекторно-водометного двигателя. Автореферат диссертации, Горький, 1954.

<sup>8</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Собранные произведения, т. II, М., Госполитиздат, 1948, стр. 426.

иных реактивных судов носили уже единичный характер. Особую приверженность к системе водометного движения проявляли русские инженеры и изобретатели. В 1836 г. инженер А. А. Брандт выдвинул проект <sup>12</sup> водометного судна; в 1837 г. Ф. А. Брикс предложил новый проект <sup>13</sup> водометного судна с пропеллерно-осевым насосом, реализованный советскими конструкторами в 1929 г.; к 1908—1909 гг. относятся опыты А. И. Пермякова с водометными судами, проведенные им на Каме и Москва-реке.

Обращаясь к теории водомета, нужно отметить работу нашего соотечественника С. А. Бурачека, относящуюся к 1840 г., где автор описывал свой проект реактивного судна с электродвигателем и, кроме того, делал попытку на основе экспериментальных данных установить зависимость силы реактивной тяги от массы и относительной скорости выбрасываемой воды:

«Число фунтов выбрасываемой воды и скорость, с какой она выбрасывается, определяют силу машины»<sup>14</sup>.

Среди опубликованных в XIX в. работ, касающихся действия реактивных судовых двигателей, была статья А. Зейделя <sup>15</sup> о результатах испытаний построенных им реактивных судов, напечатанная в 1852 г. В этой и других обзорных работах (Бутце, Гамель, Эрзма, Федоров, Бурачек и др.) анализируются результаты испытаний реализованных реактивных судов. По мнению большинства авторов, основные преимущества системы водометных двигателей заключались в следующем: совершенная управляемость и маневренность судна без рулей при помощи изменения положения труб; легкая применимость для каждой осадки; предохранение внутреннего двигателя от повреждения; возможность использования двигателя для откачки трюмной воды; улучшение обтекаемости бота за счет отсасывания пограничного слоя. К недостаткам системы относили значительные потери полезной мощности внутри трубопроводов (особенно при резких изгибах), низкую производительность центробежных насосов и уменьшение грузоподъемности судна.

Одной из ранних попыток теоретически рассчитать основные характеристики водометного двигателя является цитированная работа русского моряка А. Федорова. Насколько эта работа оригинальна, трудно судить, но результаты этих расчетов (без учета внутренних потерь) совпадают

с большинством последующих исследований этой проблемы. Обозначая через  $V$  — скорость судна,  $C$  — относительную скорость истечения воды из труб,  $E$  — мощность насоса,  $P$  — полезную мощность реактивной тяги двигателя, автор записывает следующее энергетическое соотношение:

$$P = E \cdot \frac{2V}{C+V} \quad (5)$$

Дробь  $\frac{2V}{C+V}$  дает величину коэффициента полезного действия. А. Федоров отмечает, что теоретическим требованием максимальной мощности двигателя является равенство

$$C = V \quad (6)$$

выполнение которого повлекло бы наличие бесконечного секундного расхода воды в трубах, что в действительности невыполнимо.

Равенство (6) аналогично теоретическому условию максимальной мощности турбины Фурнейра, действующей по тому же принципу использования реакции истекающей жидкости. Там это условие заключается в требовании равенства нулю абсолютной скорости «отваливающейся» от рабочего колеса частицы жидкости; именно к этому же сводится требование, выраженное равенством (6).

В 1865 г. в Германии опубликована теоретическая работа В. Леманна <sup>16</sup> о системе реактивных двигателей. Леманн определяет коэффициент полезного действия двигателя, сравнивая величину полезной работы водомета с величиной полной работы помпы. Ученый пользуется следующими обозначениями:  $M$  — секундный расход жидкости в трубах;  $C$  — относительная скорость истечения на выходе;  $V$  — скорость судна;  $\theta$  — коэффициент внутреннего сопротивления в трубах;  $R$  — сила реактивной тяги;  $E$  — полная мощность помпы;  $P$  — полезная мощность двигателя. Величина полной мощности  $E$ , по Леманну, равна сумме мощностей, необходимой на сообщении воде относительной скорости  $C$  на выходе; (эта мощность равна  $\frac{M}{2} C^2$ ); мощности преодоления внутреннего

сопротивления в трубах, равной  $\frac{M}{2} \theta C^2$ ; мощности, необходимой для сообщения при-

нимаемой в судно воде скорости судна  $V$ , равной  $\frac{1}{2} MV^2$ , т. е.

$$E = \frac{M}{2} [(1 + \theta) C^2 + V^2].$$

Следует отметить, что абсолютная скорость жидкости перед входом равна нулю, поэтому и живая сила секундной массы жидкости здесь равна нулю; живая сила этой массы жидкости на выходе равна  $\frac{M}{2} (C - V)^2$ , так как абсолютная скорость жидкости здесь равна  $(C - V)$ .

Таким образом, рассуждения Леманна не отличаются строгостью и приводит его к завышенной величине полной мощности насоса  $E$ . Поэтому величина коэффициента полезного действия двигателя, по Леманну,

$$\eta = \frac{2RV}{M[(1 + \theta) C^2 + V^2]} \quad (7)$$

получается заниженной.

Более убедительны рассуждения и выводы другого немецкого инженера Ф. Грасгофа <sup>17</sup>, возвратившегося к той же проблеме 11 лет спустя после В. Леманна. Величину полной мощности насоса он записывает в следующем виде (обозначения прежние):

$$E = Rv + \frac{1}{2} M \theta C^2 + \frac{1}{2} M (C - V)^2.$$

Эта величина представляет сумму мощности, затраченной на преодоление внешнего сопротивления (при равномерном ходе судна эта величина равна мощности реактивной тяги  $Rv$ ) и мощности, затраченной на преодоление внутреннего сопротивления в трубах  $\frac{1}{2} M \theta C^2$  и кинетической энергии, уносимой вместе с изливающейся в выходном сечении жидкостью в секунду  $\frac{1}{2} M (C - V)^2$ . Полезная мощность двигателя представляет произведение силы реактивной тяги  $M(C - V)$  на скорость судна  $V$ . Величина теоретического коэффициента полезного действия реактивного двигателя, по Грасгофу, получается равной

$$\eta = \frac{2V(C - V)}{(1 + \theta) C^2 - V^2} \quad (8)$$

Сравнение этого равенства с равенством (7) показывает, что величина коэффициента  $\eta$ , по Грасгофу, больше, чем та же величина, по Леманну. В предположении

<sup>17</sup> F. Grashof. Zur Theorie der Reactionpropeller K-Schiffe. «Zeitschr. des Vereins deutscher Ingenieure», 1876, Bd. XX, H. 2.

<sup>18</sup> C. Busley. Die Schiffsmaschine, ihre Konstruktion, Wirkungsweise und Bedienung. Kiel, 1886.

<sup>19</sup> C. Busley. Über Turbinenpropellers. «Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure», 1884, Bd. 5, H. 1.

<sup>20</sup> G. Zeuner. Vorlesungen über Theorie der Turbinen. Leipzig, 1899, S. 104—117.

отсутствия внутреннего сопротивления в трубах при  $\theta = 0$  результаты Грасгофа совпадают с результатами А. Федорова. Опираясь на современные опытные данные, Грасгоф приходит к выводу, что при невыгоднейшей конструкции реактивных судов их коэффициенты полезного действия могут достигать значения 0,6. Главное внимание при проектировании таких судов Грасгоф рекомендует обращать на повышение производительности насосов и на уменьшение потерь в трубопроводах водомета.

В вышедшем в 1886 г. сочинении Буслея «Судовые машины» <sup>18</sup> излагалась аналогичная грасгофовой теории действия реактивного судового двигателя только без учета внутреннего сопротивления (т. е. как это делалось у А. Федорова). Выражение коэффициента полезного действия двигателя, по Буслею, совпадает с выражением, определяемым формулой (8), если пренебречь сопротивлением в трубах, т. е. если  $\theta = 0$ :

$$\eta = \frac{2V}{C + V} \quad (9)$$

В 1894 г. Буслей опубликовал статью <sup>19</sup>, в которой анализируются результаты сравнительных опытов Цейнера с винтовыми и водометными («Strahlschiff, Sachsen») пароходами. Об этих опытах писал и А. И. Пермяков, считая, что испытания показали большую перспективность реактивных судов.

Г. Цейнер в фундаментальном сочинении «Лекции по теории турбин» <sup>20</sup> на основе общей теории силового взаимодействия жидкости, протекающей по криволинейной трубке, с самой трубкой (методом Эйлера, на который он прямо ссылается) устанавливает важнейшие соотношения для расчета реактивных судовых двигателей. Цейнер различает три случая, соответствующие трем различным способам всасывания воды в трубы двигателя: 1) через отверстие в днище корабля; 2) через отверстие, расположенное в носовой части корабля, и 3) через отверстие, расположенное в кормовой части корабля.

Для первого случая Цейнер записывает выражение полной мощности насоса в следующем виде:

$$E = RV + \frac{1}{2} M (C - V)^2 + \frac{1}{2} MV^2,$$

т. е. в виде суммы мощности реактивной тяги  $RV$ , кинетической энергии воды на выходе из двигателя в секунду  $\frac{1}{2} M (C - V)^2$  и мощности, затраченной на сообще-

<sup>12</sup> А. А. Брандт. Гребной винт Торникрофта. «Изв. собрания инженеров путей сообщения», 1838, VI, вып. I.

<sup>13</sup> Ф. А. Брикс. О форме судов наименьшего сопротивления. «Морской сборник», 1887, № 11, 12.

<sup>14</sup> С. О. Бурачек. Результаты, могущие последовать от применения электромагнетизма, как двигателя к военному кораблю и целому флоту. «Маяк», 1840, кн. 2, ч. 5.

<sup>15</sup> A. Seydell. Über Anwendung der rückwirkenden hydraulischen Kraft (Reaction). Zur Führung und Bewegung von Schiffen. Verhandlung des Vereins zur Beförderung des Gewerbleißes in Preussen. 1852, S. 85.

<sup>16</sup> В. Леманн. Über das Reactionspropellersystem für Schiffen. «Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure», 1865, Bd. 9, H. 4, S. 261.

ние воде скорости судна при всасывании  $\frac{1}{2} MV^2$ . Последний член уравнения, как будет показано, вызвал критику исследователей. Выражение для коэффициента полезного действия двигателя, по Цейнеру, в первом случае (засос со дна) имеет вид

$$\eta = \frac{2V(C - V)}{C^2} \quad (10)$$

Рассматривая второй случай, когда вода забирается в трубопроводы двигателя в носовой части судна, Цейнер находит следующее выражение коэффициента полезного действия двигателя (для практически исполняемых условий безударного входа воды):

$$\eta = \frac{2V}{C + V} \quad (11)$$

Сравнивая эту формулу с формулами (8) и (9), можно убедиться в их совпадении (если  $\theta = 0$ ).

В третьем случае (всасывания воды в судно в кормовой части) трубы водомета имеют П-образное устройство, как это предлагал Эйлер. Так как в основу исследования проблемы Цейнер положил теорию Эйлера гидравлических машин, то естественно, что и результат в этом случае получился аналогичный. Именно величина силы реакции в этом случае, по Цейнеру, записывается, как и у Эйлера:

$$R = M(C_1 + C_2),$$

где  $C_1$  — относительная скорость на входе в двигатель;  $C_2$  — относительная скорость истекающей струи; остальные обозначения прежние. В выражение полной мощности помпы Цейнер, подобно Леману, ввел лишнее слагаемое  $\frac{1}{2} M(C_1 + V)^2$  (секундную работу на всасывание), в то время как эффект всасывания (присоединении входящих масс жидкости) уже полностью учтен в другом слагаемом, равном мощности реактивной тяги  $MV$ . Величина коэффициента полезного действия водометного двигателя в этом случае получается следующей:

$$\eta = \frac{MV(C_1 + C_2)}{MV(C_1 + C_2) + \frac{1}{2} M(C_1 + V)^2 + \frac{1}{2} M(C_2 - V)^2} = \frac{2V(C_1 + C_2)}{C_2^2 - C_1^2(C_1 + 1)^2} \quad (12)$$

т. е. меньшей, чем в формуле (11). В заключение Цейнер делает вывод, что наиболее выгодным является второй способ приема воды в трубопроводы. В этом случае величина коэффициента  $\eta$ , как указывает Цейнер, может достигать 0,5—0,8; в то время как в первом и третьем случае эти коэффициенты имеют предел 0,5.

Постановка задачи о реактивном двигателе и решение вопросов (например, о силовом взаимодействии трубки и жидкости) проводились Цейнером в классическом эйлеровом аспекте. Расчет коэффициента полезного действия двигателя проводился им более упрощенно.

В конце XIX в. Н. Е. Жуковский проводил глубокие теоретические и экспериментальные исследования явления реакции втекающей и вытекающей из сосуда жидкости<sup>21</sup> и пришел к выводам, отличающимся от результатов Цейнера<sup>22</sup>.

Четкое разграничение Н. Е. Жуковским двух возможных схем водометных двигателей внесло ясность в некоторые спорные вопросы, например, в вопросы о величине силы реакции двигателя и о коэффициенте полезного действия. Первая схема водомета представляет подвижный сосуд, вмещающий весь необходимый запас воды, истечение которой из сосуда обеспечивает его движение силой реакции струи. Явление всасывания (приема) воды в сосуд отсутствует. В этом случае справедливы результаты расчетов русского инженера А. И. Пермякова<sup>23</sup>:

$$R = MC; \quad \eta = \frac{2VC}{V^2 + C^2},$$

определяющих величину силы реакции водомета и выражение для коэффициента его полезного действия.

На второй схеме водометного двигателя Н. Е. Жуковского представлена подвижная коробка с насосом, при помощи которого засасывается и выбрасывается вода, создавая реактивную тягу коробке. Применяя к подвижной системе теорему об изменении кинетической энергии, Н. Е. Жуковский определяет коэффициент полезного действия такого водомета в следующем виде:

$$\eta = \frac{2V}{C + V},$$

что согласуется с результатами теорий того времени Ф. Грасгофа, Ц. Буслея, А. Погодина<sup>24</sup>, Полляра<sup>25</sup> и др.

Далее Н. Е. Жуковский ставит вопрос о том, какую роль в повышении величины

этого коэффициента играет расположение всасывающего отверстия трубопроводов (впереди, в борту или в кормовой части судна). Проводя аналогию между трубами водомета и манометрической трубкой, помещенной в поток жидкости, ученый показывает, что затрачиваемая насосом мощность не зависит от места всасывания воды. Способ приема воды в трубы двигателя сказывается заметным образом только на величине сопротивления жидкости движению судна. Исследования Н. Е. Жуковского зависимости величины сопротивления от способа всасывания воды в судно привело его к выводу, противоположному выводам Цейнера. С чисто гидродинамической точки зрения наиболее выгодно расположение всасывающих труб в кормовой части судна. Коэффициент полезного действия двигателя в этом случае вычисляется по следующей формуле:

$$\eta = \xi \frac{2v}{W + C} \quad (13)$$

где  $\xi$  — некоторый коэффициент больше единицы,  $W$  — скорость окружающей судно воды по отношению к самому судну в кормовой части судна перед местом срыва струй (эта скорость меньше относительной скорости воды перед судном  $V$ ). Так как коэффициент  $\xi$  больше единицы, а  $W < V$ , то величина  $\eta$ , определяемая равенством (13), должна получиться больше величины, определяемой равенством (9). В заключение Н. Е. Жуковский ссылается на результаты экспериментов, проведенных под его руководством в лаборатории Московского университета, подтверждающие его теоретические расчеты.

Сопоставление выводов Л. Эйлера, Н. Е. Жуковского и других исследователей показывает эффективность способа всасывания воды через кормовую часть судна. Этот вопрос требует дальнейшего теоретического и экспериментального изучения. Противники этого способа (Леманн, Цейнер, Алферов<sup>26</sup>) исследовали вопрос о величине коэффициента полезного действия упрощенным методом, рассматривая вопрос о реакции протекающей по трубке жидкости с точки зрения эффекта вхождения свободных масс в приемник двигателя. Л. Эйлер рассматривал гидродинамический процесс без учета вязкости жидкости. В первом приближении его схема давала безупречные результаты, показывающие преимущество П-образной конструкции трубопроводов двигателя.

Некоторые данные испытаний современ-

ных водометных судов говорят в пользу мысли, высказанной Эйлером и Эшлиманом о наиболее выгодной П-образной форме трубопроводов (если ввести в эту схему усовершенствования, например, более плавные закругления углов труб и т. д.). В работе советского исследователя В. И. Шушкина<sup>27</sup> есть указание на то, что в положении реверсивных заслонок водомета, соответствующем заднему ходу судна, действующая на заслонки сила струи приблизительно равна двойному уносу двигателя. В этом положении водопотоки двигателя располагаются по П-образной схеме, рекомендованной Эйлером для получения увеличенной реактивной тяги. Наблюдаемая при заднем ходе потеря скорости судна (около половины) объясняется несовершенством П-образной формы рабочей струи (резкие изгибы и повороты струи вблизи заслонок) и повышенным сопротивлением судна при движении кормой вперед.

Н. Е. Жуковский провел еще более детальные гидродинамические исследования, относящиеся к той же проблеме с учетом срыва струй; он тесно увязывал вопросы действия водометного двигателя с вопросами сопротивления жидкости движению судна. Ученый показал, что при расположении всасывающих труб вблизи кормы можно отсасывать пограничный слой, уменьшая сопротивление. Только вопросы внутренних потерь энергии струй в трубопроводах водомета не были подробно проанализированы Н. Е. Жуковским.

Примерно в те же годы другой выдающийся русский ученый Н. В. Мецкерский рассмотрел<sup>28</sup> одну частную задачу о движении реактивного судна с точки зрения переменности массы судна (точнее говоря, о переменности состава частей, входящих в данную материальную систему). Большой заслугой Н. В. Мецкерского является то, что он нашел общий подход к решению широкого круга задач о движении тел переменной массы (или состава) при наличии реактивных сил.

В наше время метод исследования проблемы водометного двигателя Н. Е. Жуковского получил развитие в работе А. М. Басина<sup>29</sup>. В вводной части этой работы отмечается, что Н. Е. Жуковский впервые поставил задачу о взаимодействии водометного двигателя с корпусом судна и доказал несостоятельность теории Цейнера о том, что идеальный коэффициент полезного действия водомета имеет предельное значение 0,5. Тем самым, как отмечает А. М. Басин, Н. Е. Жуковский

<sup>26</sup> М. И. Алферов. Судовые двигатели. М.—Л., 1947, стр. 626.

<sup>27</sup> В. И. Шушкин. Поворотные насадки, насадки с тонким профилем и пропеллерные водометы. В кн.: «Пути улучшения винтовых двигателей судов внутреннего плавания». Л., 1955, стр. 15.

<sup>28</sup> Н. В. Мецкерский. Реактивное судно. Работы по механике тел переменной массы. М.—Л., Гостехиздат, 1949, стр. 223, 249.

<sup>29</sup> А. М. Басин. Некоторые вопросы теории водометных двигателей. «Труды Академии речного транспорта», М.—Л., 1953, вып. II.

<sup>21</sup> Н. Е. Жуковский. О реакции втекающей и вытекающей жидкости. Собр. соч., т. III. М.—Л., Гостехиздат, 1949, стр. 255, 260.

<sup>22</sup> Н. Е. Жуковский. К теории судов, приводимых в движение силою реакции втекающей воды. Там же, стр. 300.

<sup>23</sup> А. И. Пермяков. Пароходы, приводимые в движение струей воды. «Бюлл. Политехн. об-ва», 1908, № 6, стр. 432.

<sup>24</sup> А. Погодин. Судовые двигатели. СПб., 1907.

<sup>25</sup> J. Pollard et A. Dubeout. Théorie du navire, vol. 4. Paris, 1890.

вновь поставил вопрос о перспективности судовых реактивных двигателей.

А. М. Басин подробно исследует условия работы водометных буксиров, обращая главное внимание на изменение давлений жидкости на судно и на влияние внешних гидравлических потерь. Автор приходит к очень интересным выводам. Для повышения упора и эффективности водометного двигателя выгодно выбрасывать струю воды в область повышенных давлений и следовательно, пониженных скоростей. В кормовой части судна, где выбрасывается струя воды, давление может быть повышенным или пониженным по сравнению с давлением на бесконечности в зависимости от формы обводов кормы. Для случая выброса воды в область пониженной скорости коэффициент полезного действия идеального водометного двигателя равен

$$\eta = \frac{2V(C - V) + (V^2 - W^2)}{(C^2 - W^2)}, \quad (14)$$

где обозначения остаются прежними. При  $W = V$  это равенство принимает вид формулы (9) для обычного выражения коэффициента  $\eta$ . Но если  $W < V$ , как это требует А. М. Басин, то величина  $\eta$  становится

## О РАЗВИТИИ В РОССИИ НАУЧНЫХ ОСНОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ МАШИН

В IX—X вв. ремесло в древней Руси было хорошо развито. В XI—XII вв. продукция ремесленных производств расходилась не только внутри страны, но частично вывозилась за границу — в Польшу, Волжскую Болгарию, Херсонес, Швецию. Во второй половине XII и в XIII вв. (до татаро-монгольского нашествия), несмотря на неблагоприятные условия феодальной раздробленности, русское ремесло достигло высокого технического и художественного уровня<sup>1</sup>. Этому способствовало совершенствование механических приспособлений, применявшихся прежде всего в подготовительных операциях (топчен, воздуходувные меха, гончарные круги и др.).

Татаро-монгольское иго, прервавшее развитие Руси в период ее расцвета, отбросило страну назад на несколько столетий. Лишь с середины XIV в. начинается подъем экономической жизни, который характеризуется, в частности, использованием новых технических средств.

Первоначальной основой для создания механических устройств служили наглядный опыт и устные рецепты, благодаря которым из поколения в поколение передавались знания, выработанные много-

летием обычной. При одинаковых значениях коэффициента нагрузки (отношение силы тяги к силе сопротивления), показываем А. М. Басин, коэффициент полезного действия идеального водометного двигателя выше, чем к. п. д. для идеального открытого двигателя, и этот выигрыш растет с увеличением коэффициента нагрузки. А. М. Басин приходит к выводу, что эффективность действия водомета не зависит от плотности окружающей среды (при пренебрежении трением и внутренними потерями); кроме того, мощность, затрачиваемая насосом на создание данной величины тяги, не зависит от места всасывания воды.

В заключение следует отметить, что советские ученые и конструкторы, продолжая поиски предшественников и прежде всего наших соотечественников, нашли новые пути использования водометного судового двигателя в определенных условиях и для специальных целей. Поэтому можно высказать уверенность, что дальнейшие теоретические и технические изыскания в области повышения эффективности водометного двигателя значительно расширят область применения судов этого типа.

И. А. Тюнина

вековой технической практикой русских умельцев.

Все усложнявшаяся техническая практика являлась базой сначала для обобщения эмпирических сведений, а затем для разработки теоретических основ проектирования машин.

Могучим средством закрепления накопленных знаний и их систематизации явилось изобретение письменности. Однако в технике одного описания нередко недостаточно. Так возникает необходимость в наглядном изображении, в рисунке.

Рисунок возник в глубокой древности, но с веками он постепенно изменялся, подчинялся производственным нуждам. В результате возник чертеж, составление которого стало неотъемлемой частью конструирования машин.

Если в период ремесленного производства ремесленники ограничивались вычерчиванием на материале контура окончателюй формы детали, то с переходом от мелкоремесленного производства к мануфактурному роль чертежей возросла. В середине XVIII в. проектировщики изображали на чертежах планы заводов и фабрик. На таких чертежах отчетливо изображали передаточные механизмы: раз-

межение валов и их опор, число зубьев и цевок на зубчатых колесах, причем посредством масштаба, указывавшегося на чертеже, можно было измерить диаметры цевочных и зубчатых колес, диаметры и длины валов, расстояние между опорами. Однако элементы валов, колес, подшипников детальной обработке на чертежах не подвергались. Эти детали, изготовлявшиеся преимущественно из дерева, выполнялись плотниками и столярами на основании их практического опыта, или, как говорили, «по обычаю».

Во второй половине XVIII в. в России начали создавать технические средства, необходимые для перехода от ручного труда к машинному производству: паровой двигатель (1765) И. П. Ползунова, «самопридочная» (1760) и прядильно-чесальная (1771) машины Р. Глиникова, установки для разлива меди (1798) А. Бессонова и др. Для изготовления таких машин требовалась детальная разработка всех узлов. На помощь конструктору пришла инженерная графика, при помощи которой находили нужные формы деталей машин, улавливали размеры, компоновали узлы. Чертеж становился основным конструктивным, а порой и технологическим документом. Но он еще не был средством, передающим замыслы конструктора их исполнителям. Изобретение, проектирование и построение механических средств осуществлялись одним и тем же лицом.

В течение длительного времени проектирование фактически осуществлялось в процессе изготовления машин. Очень часто не только конструктивные формы и размеры деталей, но и кинематическая схема машины уточнялась в процессе сборки.

Так, изобретатель паровой машины И. П. Ползунов был и ее конструктором. В первом проекте, представленном автором 25 апреля 1763 г., были даны как принцип действия машины, так и детальная конструктивная разработка нового парового двигателя. Не исключена возможность, что в процессе конструктивной разработки двигателя изобретатель пользовался графическими эскизами и моделями отдельных механизмов. Это тем более вероятно, что в процессе конструирования паровой машины И. П. Ползунов изобрел прибор для автоматического питания котла, сложное крановое паровое водораспределение, взаимное движение частей которых нельзя представить без эскизов и моделей.

К графике и моделированию прибегали в своем творчестве И. П. Кулибин, творческой механик Л. Ф. Сабанин и др.

Накопление рецептурных сведений является отличительной чертой первого этапа в развитии теоретических основ машиностроения. Это полностью согласуется со

словами К. Маркса, который писал: «на прежних ступенях производства (докапиталистических. — Л. У.) ограниченный объем знаний и опыт были связаны непосредственно с самим трудом, не развиваются в качестве отделенной от нее (науки. — Л. У.) самостоятельной силы и поэтому, в целом, никогда не выходили за пределы традиционного, издавна осуществлявшегося и лишь очень медленно и постепенно развивавшегося собирания рецептов»<sup>2</sup>.

Исследования деятельности машиностроителей докапиталистического периода подтверждают, что большинство их обладало только тем объемом знаний, который вытекал из их практики. В этом отношении в известной мере прав английский ученый Дж. Бернал, который пишет: «Сколько бы разнообразными ни были механизмы XVIII и XIX веков и как бы велико ни было их влияние на рост цивилизации, они представляли собой скорее сочетание старых принципов, чем применение новых... а следовательно, они были мало обязаны науке и в свою очередь мало давали ей»<sup>3</sup>.

Однако абсолютно отрицать влияние науки (особенно во второй половине XIX в.) на конструирование и расчет машин было бы неправильным. Данные классической механики с годами все шире применялись к решению задач производства, хотя достижения практики в области построения механических средств в течение длительного времени значительно опережали науку.

Первые естественнонаучные книги на русском языке, в частности, «Устав разных, пушечных и других дел, касающихся до воинской науки» (1606—1620), где упоминаются разные срудия, рекомендуют применение рычагов, катушек, цепей, и, такие рукописи, как, например, «Роспись, как зачать делать нован труба на новом месте» (конец XVI — начало XVII в.), в которой заключено до 128 технических терминов и местных слов, позволяют судить о степени развития механических знаний на Руси, но не содержат никаких расчетов механических устройств.

В рукописных материалах середины XVIII столетия сосредоточено много практических сведений для построения водяных колес, разных станков и целых установок разнообразного назначения, о чем можно судить хотя бы по рукописи В. Геннина<sup>4</sup>.

В первых печатных учебниках по математике и механике, издаваемых в России в начале XVIII в., уже содержались простейшие расчеты отдельных элементов технических устройств.

Теоретические основы проектирования

<sup>2</sup> Из рукописного наследия К. Маркса. «Коммунист», 1958, № 7, стр. 22.

<sup>3</sup> Дж. Бернал. Наука в истории общества. М., ИЛ, 1956, стр. 331.

<sup>4</sup> В. де Геллини. Описание Уральских и Сибирских заводов 1735. М., Госиздат, 1937.

машин начали разрабатываться со второй половины XVIII в. Серьезная работа, носившая аналитический характер, была проделана Л. Эйлером при решении задачи о том, какую форму следует придавать зубьям вращающихся колес (1754—1755 и 1765)<sup>5</sup>.

При рассмотрении зубчатых колес, обеспечивающих равномерное движение, Эйлер пришел к выводу о возможности профилирования зубьев по развертке круга — эвольвенте. Ученый уделил внимание вопросу о числе зубьев, одновременно находящихся в зацеплении, а также определил их высоту.

В 1775 г. в «Новых комментариях Петербургской Академии наук» Эйлер опубликовал решение задачи о равновесии гибкой и нерастяжимой нити<sup>6</sup>, лежащей на окружности круга, находящегося в покое, и соприкасающейся с ним по дуге определенного радиуса. Выводы, к которым пришел Эйлер, послужили основой для расчетов рзменных передач, ленточных тормозов и т. п.

В начале XIX в. в Парижской политехнической школе было введено систематическое изучение машин. Машина рассматривалась как механизм, как совокупность кинематических звеньев и цепей. Такая точка зрения на машину была высказана в трудах Г. Монжа, Ж. Гашетта, Т. Корнолиса и других и позднее в работах немецкого ученого Ф. Рело. Идея кинематического направления в изучении машин наиболее полно развиты в трудах русских ученых (А. С. Ершов, П. Л. Чебышев, П. О. Сомов, Х. И. Гохман и др.).

В середине XIX в. дальнейшая интенсификация производственных процессов была невозможна без решения вопросов динамики машин, прочности узлов, рациональных форм и размеров деталей. Насколько велика была потребность в применении научных методов механики к проектированию машин становится ясно из следующего высказывания А. С. Ершова: «Неужели вечно будут строить фабрики по образцу других, часто исполненных ошибками, не обращая внимания ни на местные обстоятельства, ни на другие данные, совершенно изменяющие положение дела? Взгляните на мануфактуры, двигаемые водою, и вы найдете очень часто, что их колеса, ни исполнительные механизмы не имеют скоростей, налагаемых условиями наибольшей волицины и доброты продукта. Здесь кулаки, дурно очерчен-

ные, бесполезно потрясают песталины, ударяясь об их бродки; там ниним чрезмерной толщины поглощают драгоценную работу двигателя; здесь мельница смальвует половину против надлежащего; там пыльные и пшечубумажные фабрики не производят должного количества работы и так далее. Такои образцы очень не назидательны: нужно иметь другие основания для своих действий, и мы их найдем в Науке, созданной в новейшее время гением Навье и Понселе»<sup>7</sup>.

Наиболее яркими чертами машиностроения второй половины XIX в. являлись переход к изготовлению машин в основном из металла, постепенная замена ручной обработки деталей машинной, заметное повышение рабочих режимов машин. Рост скоростей, мощностей, давлений и других параметров, характеризующих условия условий работы механических устройств в XIX столетии, особенно остро поставил вопрос о динамических явлениях, происходящих в машине, о необходимости изучения которых говорил еще Эйлер.

Вслед за французским ученым Понселе, классифицировавшим силы, действующие в машине, и рассмотревшим теорию регуляторов и расчет маховиков, вопросы динамики машин нашли отражение в сочинениях Классона, Ястржембского и др. И. А. Вышнеградскому принадлежат исследования в трудной и важной области динамики машин — в изучении основных вопросов установившегося и возмущенного движения машин. Результаты его исследований имеют большое теоретическое и практическое значение. В его мемуарах «О регуляторах прямого действия» и «О регуляторах непрямого действия» поставлена и решена задача об основах динамики процесса регулирования скорости машины.

Наиболее плодотворным для конструирования машин в XIX в. оказалось конструктивно-технологическое направление изучения машин, представители которого рассматривали машину как совокупность деталей и каждую из них изучали самостоятельно. В зависимости от усилия, материала, формы и назначения определялись размеры той или иной детали. Одними из первых к такому методу изучения и конструирования машин пришли в середине прошлого столетия немецкие ученые Вейсбах и Редтенбахер.

Это направление, поддержанное учеными многих стран, в том числе и России, послужило основой нового, очень важного

предмета преподавания в технических школах, называемого машиностроением. В России зачинателем этого направления был И. А. Вышнеградский; его последователями были профессор Петербургского технологического института В. М. Киршичев, профессора Московского технического училища П. К. Худяков и А. И. Сидоров. Использовав данные сопоставления материалов, ученые этого направления заложили основу научной дисциплины о проектировании — детали машин.

Во второй половине прошлого столетия сложился метод расчета деталей машин, основанный на обобщении эмпирических сведений и получивший название способа относительных размеров. В современной литературе его иногда называют принципом пропорциональности, иногда — принципом моделирования.

Метод определения размеров деталей машин по способу относительных размеров сыграл положительную роль в начальный период развития машиностроения. В основе его заложена мысль о том, что все размеры той или иной детали связаны между собой функциональными зависимостями. В этой идее не было ничего порочного. Если бы удалось найти действительные зависимости размеров друг от друга с учетом влияния различных причин, то при решении ряда уравнений возможно и удалось бы определить действительные размеры детали. Но, к сожалению, установить действительную функциональную зависимость между размерами было чрезвычайно сложно, а часто практи-

чески невозможно. Поэтому для отыскания этих зависимостей пошли по эмпирическому пути.

Способ относительных размеров был удобен и давал хорошие результаты только в тех случаях, когда его применяли строго для тех деталей и тех условий, для которых он был выведен. С развитием машиностроения изменились условия работы машин, появились новые типы машин, увеличились их скорости, усложнились взаимосвязи деталей. При новых обстоятельствах эмпирически вычисленные зависимости для определения относительных размеров перестали соответствовать условиям и причиняли только вред. Это усугублялось еще и тем, что подвизлось много работ, авторы которых предлагали свои, ничем не обоснованные формулы. Причина несостоятельности метода относительных размеров в проектировании машин заключается в том, что геометрическое подобие не может отразить действительную картину явлений, если оно не дополняется механическим подобием.

От метода относительных размеров прежде всего отказались практики. В конце XIX и начале XX в. этот способ был исключен и из программ высших учебных заведений в России. По мере развития теоретических дисциплин метод расчета деталей машин, основывавшийся на подобии, вытеснялся аналитическим методом расчета, базировавшимся на основе учета особенностей работы каждой детали. Так проектирование получило научные основы.

Л. И. Уварова

## ИЗ ИСТОРИИ ПОРОШКОВОЙ МЕТАЛЛУРГИИ

Порошковая металлургия (металло-керамика) считается новейшим достижением техники<sup>1</sup>. Последние два-три десятилетия характеризуются особенно быстрым ее развитием.

Изделия и материалы, изготовленные методом порошковой металлургии, применяются во многих областях промышленности. Использование этого метода открывает широкие возможности для повышения производительности труда, экономии металлов и снижения трудовых затрат в машиностроении, приборостроении,

в электро- и радиотехнике, в транспорте и горнообработывающей промышленности и в других отраслях народного хозяйства. Порошковая металлургия обеспечивает твердыми износостойкими материалами, жаропрочными и жаростойкими сплавами заводы химического аппаратастроения, авиастроения и др. В тех случаях, когда необходим переход на высокие скорости, температуру и напряжение, также применяются изделия из металлических порошков<sup>2</sup>.

Контрольные цифры развития народного

<sup>1</sup> Порошковая металлургия — это метод производства металлов, сплавов и изделий из них с использованием металлических порошков, исключаяющий расплавление всей или большей части шихты. Он позволяет получать изделия, которые нельзя изготовить обычными методами литья, и изделия из литья, но отличающиеся более высоким качеством и большей экономичностью. Термин «металлокерамика» (Metallkeramik) введен немецкими авторами по аналогии с методами изготовления изделий из металлических порошков с методами керамического производства. Английские и американские авторы применяют термин «порошковая металлургия» (Powder Metallurgy). В советской литературе большое распространение имеет термин «порошковая металлургия».

<sup>2</sup> Г. В. Самсонов, С. Я. Плоткин. Производство железного порошка. М. Металлургиздат, 1957; М. Ю. Балашин. Порошковая металлургия. М., Машигиз, 1948.

<sup>5</sup> L. E u l e r o. De aptissima figura rotarum dentibus tribuenda. «Novi commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, ad Annum MDCCLIV et MDCCLV», 1760, t. V, p. 299—316. L. E u l e r o. Supplementum de figura dentium rotarum. «Novi commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, pro Anno MDCCLXV», 1767, t. XI, p. 207—231.

<sup>6</sup> L. E u l e r o. De pressione funium tensorum in corpora subiecta, eorumque motu a frictione impedito. «Novi commentarii Academiae Scientiarum Imperialis Petropolitanae, pro Anno MDCCLXXV», 1776, t. XX, p. 304—342.

<sup>7</sup> А. Е р ш о в. О содержании и преподавании практической механики. «Журн. Мин-ва нар. просвещения», 1845, № 2, отд. II, стр. 68.

хозяйства СССР на 1959—1965 гг. предусматривают широкое использование материалов с улучшенными и специальными характеристиками и свойствами таких, как коррозионноустойчивые и жаропрочные металлы, легкие сплавы ферромагнитные и полупроводниковые материалы и др. Эти материалы можно получить методом порошковой металлургии. На необходимость ее освоения указывал товарищ Н. С. Хрущев в речи на июньском (1959) Пленуме ЦК КПСС<sup>3</sup>.

Метод порошковой металлургии позволяет заменить плавление спеканием, что приводит к снижению температуры термической обработки металлов и сплавов. Он дает возможность получать такие материалы, которые нельзя изготовить обычным путем. К ним относятся псевдосплавы из металлов, не сплавляющихся между собой и в ряде случаев резко различные по своим температурам плавления и удельным весам (вольфрам — медь, железо — свинец), композиции из металлов и неметаллических ингредиентов (медь — графит, железо — пластмасса, металл — окислы), металлы и сплавы с регулируемой пористостью (подшипники, фильтры), чистые тугоплавкие металлы (вольфрам, молибден, тантал, ниобий) и их сплавы.

Весьма существенна также возможность непосредственного получения (минуя механическую обработку) готовых изделий с заранее заданными сложными формами и точными размерами, что позволяет ускорить процесс их изготовления, сэкономить затраты на станки, расход рабочего времени и значительно сократить потери металла, которые составляют до 1—2%, в то время как при других методах потери достигают 20—80% от веса металла.

Технико-экономический эффект от применения металлокерамических изделий весьма велик. Так, годовая выработка одного рабочего при производстве деталей обычным способом литья составляет 2,6 т, при изготовлении этих же деталей методом порошковой металлургии — 4,7 т; следовательно, производительность труда увеличивается в 1,8 раза. При изготовлении 1000 т металлокерамических конструктивных и антифрикционных изделий почти нет потерь на отходы металла, высвобождается более 200 рабочих, излившими оказываются 118 металлорежущих станков и т. д.<sup>4</sup>

Методы порошковой металлургии применялись еще в древности. Железные орудия, найденные при раскопках в Египте, были изготовлены при температуре ниже точки плавления железа; таким же способом изготавливали колонны древних храмов в Индии.

Исследование колонны храма в Дели показало, что он был сделан из губчатого железа, прокованного и обработанного в твердом состоянии; такое железо получали в форме порошка, либо в виде рыхлой аморфной массы, легко расширяемой в порошок.

Имеются сведения о применении древними народами порошков из драгоценных металлов (платины, золота, серебра) для декоративных целей<sup>5</sup>.

Впервые метод порошковой металлургии применил выдающийся русский ученый П. Г. Соболевский<sup>6</sup>.

В 1826 г. П. Г. Соболевскому было поручено изготовить чистую ковкую платину для монет и медалей.

В то время нельзя было достичь высоких температур для расплавления платины (температура плавления 1770°). Для получения чистой платины применяли метод Ахарда<sup>7</sup>, который позволял снижать температуру плавления платины введением в нее мышьяка (последний затем удаляли длительным окислительным отжигом). П. Г. Соболевский при участии В. В. Любарского в мае 1826 г. разработал новый метод, согласно которому порошки платины, полученные прокаливанием хлоридов платината аммония, прессовались в заготовки в форме цилиндра, которые после спекания подвергались горячей обработке давлением.

Вот как П. Г. Соболевский описывал свой способ: «Очищенную платину в губчатом виде набиваем мы, холодную, весьма плотно в толстую железную кольцеобразную форму произвольной величины, сдавливаем ее сильным натиском винтового пресса и, вынув из формы, получаем плотный кружок, имеющий металлический блеск.

В сем состоянии платиновый кружок не имеет еще ковкости и сила сцепления частиц платины между собою не противостоит в нем сильному удару; оный ломается и крошится. Для обращения таковых кружков в ковкую платину надлежит только нагревать их до белого раскаления и при сей степени жара подвергнуть давлению

того же пресса. От одного удара кружок платины вовсе изменяет вид свой; зернистое сложение его становится плотным и оный делается совершенно ковким. Величина кружков не представляет в сем случае никакой разности, большой и малый кружок от одного удара делается ровно ковки и тугучи.

После такого обжатия кружки проковываются в полоски или прутки желаемого вида обыкновенным образом<sup>8</sup>.

Современный метод получения металлокерамических изделий принципиально не отличается от способа П. Г. Соболевского.

В марте 1827 г. состоялось торжественное собрание Ученого комитета по горной и соляной части, на котором было доложено о работах П. Г. Соболевского и В. В. Любарского и демонстрировались жетоны, медали, слиток весом 6 фунтов, проволока, чаша, тиглы из платины, полученной методом порошковой металлургии. В этом же году П. Г. Соболевский опубликовал свою работу в «Горном журнале»<sup>9</sup>.

Известный русский физик Н. П. Щеглов в 1827 г. в отзыве о работах П. Г. Соболевского отмечал следующее: «Все почти Европейские знаменитые химики в течение семидесяти лет старались найти простейший и легкий способ отделить чистую платину от сопровождающих ее обыкновенных в природе других минералов и приводить в ковкое и плотное состояние; но доселе усилия их были безуспешными. ... Слава и честь П. Г. Соболевскому и В. В. Любарскому; они нашли, наконец, такой способ, при котором, кроме горна, винтового пресса и ничтожного количества углей ничего не нужно и которым в час получается большой кусок платины, совершенно готовый на изделия и совершенно чистой, тогда как очищаемая иностранцами платина — всегда имеет остаток мышьяка»<sup>10</sup>.

После опубликования работы П. Г. Соболевским и отзыва Н. П. Щеглова только в 1829 г. аналогичный метод получения платины был открыт в Англии Волластоном<sup>11</sup>.

В иностранной литературе приоритет разработки современного метода порошковой металлургии нередко приписывался У. Волластону, но в последнее время некоторые авторы соглашаются, что первым промышленным применением порошковой металлургии были исследования русского ученого П. Г. Соболевского. Так, Смит<sup>12</sup> указывает, что чеканка платиновых монет по методу П. Г. Соболевского «по-види-

мому была первым промышленным применением высокотемпературного спекания предварительно спрессованных порошков». В монографии известных специалистов Р. Киффера и В. Готопа<sup>13</sup> отмечается: «Насколько возможно установить, платиновые монеты, изготовленные в 1826 г. Росийским императорским Монетным двором, являются первым промышленным применением порошковой металлургии».

Петербургская Академия наук высоко оценила работы П. Г. Соболевского. Были опубликованы статьи, описывающие технологию производства металлокерамической платины, в частности интересные сообщения даны в 1843 г. в работе П. Кованько<sup>14</sup>.

Работы П. Г. Соболевского реферировались Берцелиусом в издаваемых им «Ежегодных сообщениях» (1847).

П. Г. Соболевский был приглашен на съезд естественных наук и врачей в Штутгарте (1834)<sup>15</sup>, где выступил с докладом, в котором сообщил, как в России «независимо» создана новая методика и разработана техника исследования и использования платины. Он также напомнил, что за рубежом на рудниках Бразилии, Колумбии, Гаити, имеющих вековую историю, добывают ежегодно не более 25 пудов платины, а в России, где промышленная добыча ее началась в 1824 г., ежегодно получают более 100 пудов.

После успешных исследований П. Г. Соболевского метод порошковой металлургии начали применять для получения других металлов. Так, в 1830 г. этим методом изготавливались предметы сложной формы из порошков меди и серебра.

Г. Бессемер в 1840 г. разработал способ получения для декоративных целей латуных, бронзовых и других порошков чешуйчатой формы в шаровой мельнице. Тонкая стружка пропусклась через налки и к полученному порошку добавлялось незначительное количество оливкового масла в качестве смазывающего вещества, затем порошок подвергался полпривке. Прибыли от этого производства позволили Бессемеру разработать известное изобретение бессемеровского конвертера<sup>16</sup>.

В 1843 г. Бессемер при обработке бронзового порошка пропусканием через валки обнаружил, что в ряде случаев из порошка получаются куски ленты. Первый патент по прокатке металлических порошков и на

<sup>3</sup> Н. С. Хрущев. Речь 29 июня 1959 г. на Пленуме ЦК КПСС, М., Госполитиздат, 1959.

<sup>4</sup> Н. И. Францевич, Г. В. Самсонов, Н. Д. Радомысленский. Порошковая металлургия и спецсплавы. Киев, ГНТК СМ СССР, ИТИ, 1960.

<sup>5</sup> H. W. G r e e n w o o d. «Met. Ind.», 1942, vol. 60; R. K i e f f e r u. W. H o t o r. Pulvermetallurgie u. Sinterwerkstoffe, 1943; М. Ю. В а л ь ш и н. Металлокерамика, М., ГОНТИ, 1938.

<sup>6</sup> П. Г. Соболевский. «Горный журн.», 1827, кн. 4; В. Н. Меншуткин. «Изв. по изучению платины», 1927, вып. 5; П. М. Лукьянов. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века, т. II. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

<sup>7</sup> K. F. A c h a r d. «Nouveaux Met. Acad. Roy. Soc.», Berlin, 1829, vol. 119.

<sup>8</sup> П. Г. Соболевский. «Горный журнал», 1827, кн. 4.

<sup>9</sup> Там же.

<sup>10</sup> «Указатель открытий по физике, химии, естественной истории и технологии», 1827, т. 4, № 4.

<sup>11</sup> W. H. W o l l a s t o n. «Phil. Trans. Roy. Soc.», 1829, vol. 119.

<sup>12</sup> J. W u l f f. Powder Metallurgy. «Am. Soc. of Metals», Cleveland, Ohio, 1942.

<sup>13</sup> R. K i e f f e r u. W. H o t o r. Pulvermetallurgie u. Sinterwerkstoffe, N.-Y., 1943.

<sup>14</sup> Н. Кованько. «Горный журнал», 1843, № 4.

<sup>15</sup> «Annalen der Physik und Chemie», 1834, Bd. 109.

<sup>16</sup> М. Леснико. Бессемер. М., Журналино-газетное объединение, 1935.

получение этим способом пошло из тугоплавких металлов был выдан ему в 1904 г. Однако этот метод не был тогда реализован. К нему исследователи вернулись значительно позже: были запатентованы способы нанесения на стальную основу металло-керамического слоя прокаткой на валках. Метод прокатки металлических порошков стали и других сплавов получил широкое применение накануне и в годы второй мировой войны.

Прокатка — это метод формирования металлических порошков; он имеет ряд преимуществ перед прессованием: прокаткой получают изделия однородные по плотности и большим размерам по длине и ширине при сравнительно малой толщине; достигается более высокая производимость оборудования, методом прокатки получается тонколистовый металл с высокой пористостью (до 60%), приемлемый в качестве электродов в электрических аппаратах, фильтрах и т. п.; могут быть получены и беспористые листы, ленты из порошка карбонильного никеля, меди, титана, титановых композиций, смеси урана с алюминидом и другие, используемые для магнитных изделий, в электровакуумных аппаратах, в атомных реакторах и т. д.<sup>17</sup>

В России метод порошковой металлургии применялся до 1846 г.; в течение этого времени одним платиновых монет изготовлено более чем на 4 тыс. руб.

Насколько первые исследования П. Г. Соболевского имели практическое значение, видно и из того, что за столетие (1750—1850) были получены порошки более 20 различных металлов.

В 1859 г. французский химик Сен Клер Давиль для плавления платины применил нагревание кислородно-водородным пламенем. С этого времени получение ее методом порошковой металлургии было прекращено<sup>18</sup>; проводились лишь отдельные исследования. Так, были разработаны способы изготовления зубных пломб из ртутных амальгам порошков благородных металлов (1855), самосмазывающихся подшипников посредством горячего прессования смеси оловянных опилок с нефтяным коксом (1870). Позднее были выданы первые патенты на изготовление антифрикционных сплавов, полученных холодным прессованием смеси свинца, олова и ртути и прес-

сованием смеси асбеста со свинцом и другими пластичными металлами<sup>19</sup>.

В конце XIX в. ряд исследователей изучали влияние давления прессования и были получены сплавы из смеси порошков при температурах ниже точки плавления.

Исследования, основанные на методе порошковой металлургии, вновь начали развиваться в начале XX в., когда появилась необходимость в тугоплавких металлических нитях накала для электрических ламп. Впервые для этой цели был применен тугоплавкий металл осмий<sup>20</sup>. После длительных изысканий были найдены современные методы изготовления нитей накала из вольфрама, проволоки для электродов и радиоламп из молибдена, антикатодов для рентгеновских трубок методом порошковой металлургии (до этого в электрических лампах пользовались неэкономичной угольной нитью)<sup>21</sup>.

Широкое использование чистых тугоплавких металлов вольфрама и молибдена в электротехнике стало возможным после работ Кулиджа (1910), предложившего промышленный способ получения вольфрама, имеющего высокую температуру плавления (3410°)<sup>22</sup>.

Кулидж разработал процесс прессования порошка вольфрама, термическую обработку брикетов и последующее уплотнение брикета.

С этого времени порошковая металлургия нашла применение в электротехнике. Дальнейший прогресс металлокерамики также тесно связан с этой отраслью промышленности.

Несколько раньше были изготовлены металлокерамические меднографитовые щетки для динамомоторов и электромоторов (1900—1905), которые обладают хорошими контактными и антифрикционными свойствами.

Развитие производства таких щеток явилось принципиально новым направлением в технике. Установлено, что технология порошковой металлургии позволяет получить из двух материалов с разными электрическими характеристиками один продукт, который сохраняет желаемые свойства исходных материалов<sup>23</sup>.

В связи с возникшим интересом к катализаторам, обладающим большой активной поверхностью при многих экспериментальных работах, получил применение

(1900—1915) порошок никеля, который и в настоящее время служит катализатором при гидрогенизации жиров<sup>24</sup>. Позже (1917—1921) разработаны методы изготовления контактных металлокерамических материалов (вольфрам — медь, вольфрам — серебро и др.). Высокая устойчивость вольфрама сочетается здесь с высокой электропроводностью и теплопроводностью меди и серебра. Эти контакты успешно применяются в высоковольтных выключателях. В 1919—1921 гг. начали изготавливать магнитные изделия, в частности магнитные сердечники для низких частот из порошка железа, восстановленного водородом (Спид, Эльмен)<sup>25</sup>.

Вначале в качестве сердечников для индукционных катушек применялись тонкие железные проволоки. По мере прогресса радиотехники и с увеличением радиочастот повышались потери с токами Фуко. Проволоки в сердечниках коротковолновых установок должны были иметь диаметр в несколько микрон. В связи с этим были разработаны металлокерамические сердечники из изолированных диэлектриками прессованных ферромагнитных материалов, что позволило резко сократить габариты индукционных катушек и конструировать компактные радиоустановки. Такие сердечники оказались более чувствительными, обладали большой остротой настройки и нашли применение в высокочастотной технике<sup>26</sup>.

Еще в 1909 г. было предложено применение пористых металлокерамических подшипников. Однако в промышленном масштабе пористые антифрикционные подшипники начали применять только с 1923 г. Вначале пористые подшипники изготавливали из цветных металлов (оловянистая бронза с добавкой графита и других ингредиентов). Позже их стали производить из порошков меди, а затем на основе железных порошков. Советские исследователи впервые (1935 г.) применили высокопористое железо (60—70% пор), заменяющее свинец. Позднее Фогтом разработан метод производства пористого железа для зачеканки стыков труб взамен свинца и к этому времени относится массовое изготовление различных де-

талей и порошков железа и цветных металлов. Во время второй мировой войны это производство сильно расширилось и во многих случаях успешно заменяло обычные методы изготовления деталей<sup>27</sup>.

К этому времени относится разработка способа изготовления пористых металло-керамических фильтров, получивших в дальнейшем важное применение, особенно в химической и нефтяной промышленности, в электротехнике (фильтрация жидкостей, газов, масел, смол и т. п.). Фильтры, изготовленные из смеси различных порошков, преимущественно коррозионноустойчивых материалов, более прочны и эластичны по сравнению с керамическими; они противостоят резким колебаниям температуры<sup>28</sup>.

Развитие современных твердых сплавов связано с электроламповой промышленностью. Этому предшествовало изучение закономерностей процесса спекания тугоплавких однокомпонентных металлов без примесей, что позволило создать теоретические основы процесса спекания многокомпонентных продуктов твердых сплавов жидкой фазой. При волочении вольфрамовой проволоки волоочильные фильтры должны быть особо прочными и твердыми. В то время для этой цели использовались только алмаз. Первые исследования, связанные с заменой алмаза литым карбидом вольфрама, проводились еще в начале XX в.<sup>29</sup>

В 1914 г. начали получать<sup>30</sup> карбид вольфрама методами порошковой металлургии (Ломан). Однако механическая прочность спеченного чистого карбида вольфрама была недостаточной. В связи с этим в 1923 г. в качестве вязкого цементирующего металла к монокарбиду вольфрама начали добавлять небольшое количество порошкообразного кобальта (Шретер). Эти сплавы обладали почти такой же высокой твердостью, как и литые карбиды, но имели более высокую прочность.

Исследования Шретера явились основой изготовления современных металлокерамических твердых сплавов, технология производства которых создана с учетом опыта уже развившегося к тому времени металлокерамического производства воль-

<sup>24</sup> W. J. В а е з а. A course in Powder Metallurgy. New York, 1943.

<sup>25</sup> «Journ. Amer. Inst. Electr. Eng.», 1921, vol. 40; А. С. З а й м о в с к и й, Н. Н. Ш а л ь н. Магнитодиэлектрики и сплавы в электротехнике. М., Госэнергоиздат, 1949.

<sup>26</sup> М. Ю. Б а л ь ш и н. Порошковая металлургия. М., Машгиз, 1947.

<sup>27</sup> А г а т а. «Product Engineering», 1944, № 8; Г. В. С а м с о н о в, С. Я. П л о т к и н. Производство железных порошков. М., Металлургиздат, 1957; А. Д. М о ш к о в, Я. В. У с н е н с к и й. Технология производства и применения пористых подшипников. М., Машгиз, 1959; В. А. Б о р о к, Н. И. О л ь х о в. Порошковая металлургия. М., Металлургиздат, 1947.

<sup>28</sup> К. А г т е, К. О ц е т е к. Металлокерамические фильтры. М., Судпромиздат, 1959; F. E i s e n k o l l. Die neuere Entwicklung der Pulvermetallurgie, Veb Verlag Technik, Berlin, 1953; Г. В. С а м с о н о в, С. Я. П л о т к и н. «Химическая промышленность», 1958, № 2.

<sup>29</sup> Р. К и ф ф е р и П. Ш в а р ц к о п ф. Твердые сплавы. М., Металлургиздат, 1957.

<sup>30</sup> Я. С. У м а н с к и й. Карбиды твердых сплавов. М., Металлургиздат, 1947.

<sup>17</sup> H. B e s s e m e r. An Autobiography. London, 1955. Германский патент 154998, Германский патент 939241; Британский патент 718252; Шведский патент 86902; Французский патент 884183; Патент США 1930287; Г. Н. А к с е н о в, А. Н. И к о л а е в, Ю. Н. С е м е н о в. Вопросы порошковой металлургии и прочности материалов, вып. 2. Киев, Изд-во АН УССР, 1955; Г. А. В и н о г р а д о в, Ю. Н. С е м е н о в. Прокатка металлических порошков. М., Металлургиздат, 1960.

<sup>18</sup> J. W u l f f. Powder Metallurgy. «Am. Soc. of Metals», 1942.

<sup>19</sup> М. Ю. Б а л ь ш и н. Металлокерамика. М., ГОНТИ, 1938.

<sup>20</sup> Германские патенты 21307, 138135.

<sup>21</sup> А. Г. И в а н о в. Электрические лампы и их изготовление. Пр., НХТИ, 1923.

<sup>22</sup> И. П. К и с л я к о в. Металлургия редких металлов. М., Металлургиздат, 1957.

<sup>23</sup> М. Д. Б е л к и н, Г. С. Ш т ы к о в. Щетки для электрических машин, их производство и применение. М., Госэнергоиздат, 1952.

фрама и молибдена<sup>31</sup> и представляют новый наиболее важный этап в развитии порошковой металлургии.

С этого времени металлокерамические твердые сплавы получили широкое промышленное применение. Своим развитием в первой половине XX в. многие отрасли техники в значительной степени обязаны твердым сплавам. Они не только вызвали повышение производительности труда при металлообработке (скорость резания инструментов из твердых сплавов увеличилась более чем вдвое), но и обусловили качественные изменения в тех областях техники, где значительно возросли требования к материалам, обладающим более высокой твердостью и износостойчивостью.

Первые научные исследования в СССР, явившиеся важным этапом в развитии порошковой металлургии, относятся к 1922 г. и касаются получения тугоплавких металлов (вольфрама и молибдена). Они были организованы Научно-техническим бюро по исследованию и промышленному применению редких элементов при ВСНХ (БЮРЕЛЬ) и проводились в химической лаборатории в И МГУ.

Под руководством одного из старейших в России специалистов по редким элементам Т. М. Алексеевко-Сербина группа исследователей в составе В. И. Спицына, Н. И. Спицына, А. А. Баландина, И. И. Каштанова, А. И. Несмеянова, Г. А. Меерсона, П. В. Ефимова, А. А. Чукановой выполняла работы по химической переработке вольфрамового сырья и по технологии получения чистых вольфрама и молибдена. В результате изучен процесс переработки вольфрамит в паровольфрамат с последующим получением вольфрамового ангидрида и его восстановлением до порошка вольфрама; был разработан также способ переработки молибделита, оканчивающийся получением молибденового порошка. Исследования продолжались в заводских лабораториях и послужили

основой для последующей организации в СССР промышленного производства вольфрама и молибдена, которое началось в 1927 г.<sup>32</sup>

Наряду с разработкой новой технологии многих производств, использованием новых металлов и их соединений широко разрабатывались научные основы порошковой металлургии.

Работами зарубежных специалистов (Тригубатовский, Зауервальд, Кучинский, Скаупи, Гетцель, Готоп, Шварцкопф, Киффер, Эйзенкопф и др.), а также советских исследователей (Я. П. Френкель, П. А. Ребиндер, М. Ю. Бальшин, Г. А. Меерсон, Б. Я. Пинес, П. Н. Францевич, Г. В. Самсонов, В. А. Ивсен, В. Я. Рискин, П. М. Федорченко, Я. С. Уманский, Г. С. Писаренко, В. С. Раковский и др.) положено начало развитию учения о спекании, прессовании, горячем прессовании, проблема тугоплавких соединений, жаропрочных сплавов и др.

Порошковая металлургия возникла и быстро развивалась, когда оказывалось, что обычные методы литья непригодны для преодоления трудностей, связанных с тугоплавкостью металлов и сплавов. Но как только появлялись новые способы плавки и литья, которые позволяли получать высокие температуры, использование этого метода к соответствующим металлам быстро вытеснялось. Следовательно, любой этап ее развития начинался с применения тугоплавких для того времени металлов. Это было и в древний период при использовании железа, и в первой половине XIX в. при применении платины, и в начале XX в., когда такие тугоплавкие металлы, как вольфрам, молибден, титаний и другие получили важное практическое применение в технике.

С. Я. Плоткин

<sup>31</sup> Германский патент 420689. К. Беккер. Тугоплавкие соединения. М., ОНТИ, 1936; В. С. Раковский. Основы производства твердых сплавов. М., ОНТИ, 1935; Г. А. Меерсон, А. Н. Зелкман. Металлургия редких металлов. М., Металлургия, 1955.

<sup>32</sup> Фонд НТО ВСНХ, арх. № 73, 1923; фонд НТО ВСНХ, арх. № 70, 1923 г.

## МАТЕРИАЛЫ К БИОГРАФИИ П. Г. СОБОЛЕВСКОГО

Многие стороны жизни и деятельности основоположника порошковой металлургии члена-корреспондента Академии наук Петра Григорьевича Соболевского (1781—1841) недостаточно изучены и неполно освещены в научной литературе. Архивные материалы, относящиеся к его работе на Пожевском заводе (1815—1817), позволяют восполнить пробел о начальном периоде инженерной деятельности этого ученого.

О работе на Пожевском заводе П. Г. Соболевский в 1819 г. писал: «В 1815-м году я, действительный камергер Всеволод Все-

воложский самими обольстительными обещаниями убедил меня, оставя казенную службу и занятия мои, приехать из Петербурга в Пермские его заводы, дабы заняться там усовершенствованием заводского производства и устройством всякого рода машин. Думая верить честному слову благородного человека, пробыл я два года с половиною в заводах его Г. Всеволожского, и в течение сего времени, кроме многих важных усовершенствований, введенных мною почти во всех частях заводского производства, устроил я ему три

большие паровые машины, два паровых бота, построил множество печей, как-то: самодувных, разпарных, гладильных и цементных, отличающихся своею прочностью в работе и сберегающих ежегодно более пяти тысяч сажен дров; показал истинный способ лужения жести, и многое другое, и обучил всему тому людей его; одним словом, ни щадя ни трудов, ни старания, употребил я все свои способности и знания на пользу его Г. Всеволожского, знатно увеличив доходы его, и поставил на отличную степень совершенства заводы его...»<sup>1</sup>

Совершенствованием способов получения железа и стали на заводе занимались и до приезда Петра Григорьевича: использовали опыт уральских заводов, советы и рекомендации специалистов. В конце 1808 г. была получена так называемая литая сталь, обладающая высокими качествами, однако получали ее «в маленьких домнах» в небольшом количестве<sup>2</sup>, поэтому начались поиски более совершенного технического решения. Так, под руководством П. Г. Соболевского созданы две самодувные печи, два обжимных молота и два катальных стана, получивших название «колбасных».

Процесс передела чугуна в ковкий металл по новому способу, конструктивное оформление катальных станов и самодувных печей (с приложением чертежей), а также экономические преимущества нового способа перед кричным наложением П. Г. Соболевским в статье «Об английском способе выделывания железа посредством самодувных печей и катальных машин»<sup>3</sup>.

В архивных документах отражена роль П. Г. Соболевского как инициатора применения новых методов. Так, к рапорту заводского правления Пермскому Бергисектору от 30 января 1818 г. приложена ведомость, где характеризуются и перечисляются заводские устройства<sup>4</sup>.

Отмечается, что, помимо четырех катальных станов чугуна по старому мануру, имеется два стана «... по новому, устроенных г. Соболевским...»

Из-за отъезда П. Г. Соболевского из Пожвы (июнь 1817 г.) не удалось довести опыты до конца и ввести в заводскую практику новый процесс.

Воспользовавшись указанием владельца завода об увеличении выделки листового железа к ярмарке 1818 г., заводское правление под предлогом высвобождения площадей в марте 1818 г. приказало разобрать катальные станы П. Г. Соболевского:

<sup>1</sup> ПОГА, ф. 297, оп. 2, д. 612, л. 1—1 об.

<sup>2</sup> ПОГА, ф. 176, д. 248, л. 111.

<sup>3</sup> «Горный журнал», 1825, кн. 1, стр. 55—82.

<sup>4</sup> ПОГА, ф. 176, д. 353, л. 112—116.

<sup>5</sup> ПОГА, ф. 176, д. 474, л. 119 об.

<sup>6</sup> ПОГА, ф. 176, д. 515, л. 73 об.

<sup>7</sup> О пароходах, построенных в Пожевском заводе. «Нижегородский сборник», т. IV. Нижний Новгород, 1871, стр. 337—342.

<sup>8</sup> ЦГИАЛ, ф. 652, оп. 1, д. 942, л. 181 об.

«... При катальной фабрике готовящем ныне к пуску катальные станы и водопускные трубы, а что б по весне более усилиться выделкою листового железа, то на место устроенных про прожекту г. Соболевского колбасных станом станом другие по прежнему манеру, а г. Соболевского (станы.— П. К.) на всякой случай собрали и составили в место особое...»<sup>5</sup>.

Признавая целесообразность нововведения, В. А. Всеволожский в 1821 г. воспрепятствовал намерению уничтожить станы П. Г. Соболевского: «... Я писал уже вам решительно, чтобы до сих колбасных станом ни в коем случае не касаться, поелику вы не понимаете истинной пользы...»<sup>6</sup>, однако его решение не было донесено до конца.

\* \* \*

Об участии П. Г. Соболевского в сооружении паровых машин для первых в Волжско-Камском бассейне пароходов в литературе упоминалось в 1871 г.<sup>7</sup>

В. А. Всеволожский признавал, что работы по постройке пароходов «зависимы от Соболевского». В письме от 12 июня 1817 г. он сообщал: «... Вот маленький сегодня или завтра кончим, большой же когда поспеет, не знаю, ибо только еще поставили цилиндры и начали собирать машину, по обширности коей, вероятно, встретятся какие-нибудь поправки, которые будут зависеть от Петра Григорьевича...»<sup>8</sup>

История плавания первых пароходов, начавшегося в Пожве 16 августа 1817 г. до Казани и обратно до села Тихие Горы, хорошо известна. Отметим особенность примененной паровой машины для парохода в 36 сил.

Паровая машина для малого парохода в 6 сил была обычной для того времени конструкции (балансирующая машина). Для большого же парохода в 36 сил П. Г. Соболевский сконструировал и построил безбалансирующую паровую машину.

Вес чугунного цилиндра этой машины 155 пудов (2539,0 кг), чугунного поршня со штангой 28 пудов 18 фунтов (466 кг). Главный вал машины совершал восемь оборотов в минуту. Ход поршня равнялся 0,704 м; пространство, занимаемое парам в цилиндре, составляло 37,5 куб. фута (1,08 м<sup>3</sup>).

Железный паровой котел, весивший 254 пуда 34 фунта (4338,3 кг), имел длину 7 аршин (4,98 м), ширину 11 четвертей 1 вершок (2 м), высоту 13 четвертей 1 вер-



шок (2,36 м) и вмещал 400 куб. футов воды (11,33 м³).<sup>9</sup>

\*\*\*

Много сделал П. Г. Соболевский в области создания термоламп. В 1812 г. «за попечение и труды, с коими произвел в действие устройство термолампы, доселе в России не существовавшего», Петр Григорьевич был награжден орденом Владимира четвертой степени<sup>10</sup>.

П. Г. Соболевский хотел издать иллюстрированное «Руководство к устройству термоламп»<sup>11</sup>, однако по неизвестным причинам это пособие не было выпущено.

Работая на Пожевском заводе, ученый применил термолампы для освещения заводских мастерских. В марте 1816 г. был изготовлен первый термолампа<sup>12</sup>. Уже в августе 1816 г. В. А. Всеволожский дает указание отказаться от освещения мастерских свечами: «... Термолампы к зиме исправить непременно, дабы освещением его мастерские пользовались в полном виде, не

имея нужды в свечах, которых на оное и не покупать...»<sup>13</sup>.

Термолампа П. Г. Соболевского состояла из разборной чугунной печи, выложенной внутри огнеупорным кирпичом. Внизу печи находилась топка с чугунными колосниками, а вверху — реторты из чугуна для материалов перегонки. Продукт перегонки (светильный газ) из реторт поступал в медный холодильник и змеевик, омываемый водой. Из холодильника (после очистки) газ шел в газометр (деревянный сосуд с наружным железным кожухом), а затем по трубам направлялся к потребителю.

Первый термолампа имел три печи и четыре газометра и работал в течение четырех лет. Уже после отъезда П. Г. Соболевского, в 1820 г. на заводе соорудили второй, более мощный и совершенный термолампа, проработавший 13 лет.

П. М. Казанцев  
(Пожба)

<sup>9</sup> ПОГА, ф. 176, д. 553, л. 31 об.—45 об.; д. 644, л. 192 об.

<sup>10</sup> Н. И. Степанов. Биографические сведения о некоторых деятелях в области русского платинового производства. «Изв. Ин-та по изучению платины и других благородных металлов», Л., 1927, вып. 5, стр. 75—84.

<sup>11</sup> «Санкт-Петербургские ведомости», 1812, № 15 (прибавление 2).

<sup>12</sup> ПОГА, ф. 176, д. 408, л. 26, об. 27.

<sup>13</sup> ПОГА, ф. 176, д. 461, л. 22.

## ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ АНТУАНА РОКУРА де ШАРЛЕВИЛЯ В РОССИИ

В начале XIX в. в России интенсивно развиваются различные отрасли промышленности, а также строительство шоссе, железных и гражданских сооружений, связанных с путями сообщения. Для руководства строительством и эксплуатацией сухопутных и водных путей сообщения (и торговых портов) в 1809 г. создан Главное управление путей сообщения и Корпус инженеров путей сообщения. Подготовкой специалистов занимался Институт Корпуса инженеров путей сообщения.

Новый институт, организованный с учетом программ, методов и опыта работы Политехнической школы и Школы мостов и дорог Франции, явился научным центром в области дорожного, гидротехнического, гражданского строительства и строительных материалов.

В 1821—1822 гг. по поручению главного управляющего путями сообщения Бетанкура обширные исследования известей ряда месторождений провели приглашенные из Франции инженеры Корпуса Антуан Рокур де Шарлевиля (1799—1841), Габриэль Ламо (1795—1870) и Бенуа Поль Эмиль Клапейрон (1799—1864). Роль Ламе и Клапейрона в мировой науке об-

щеплества. Значение работ Шарлевиля в развитии науки и техники в нашей и других странах до сих пор остается неизвестным и не оцененным по достоинству. Имя его забыто даже на родине.

В 1818 г. была опубликована первая работа Л.-Ж. Вика «Экспериментальные исследования строительных известей, бетонов и обычных растворов»<sup>1</sup>. Работа была подтверждена опытами превращения обычных известей района Парижа в гидравлические и одобрена Советом ведомства мостов и дорог (путей сообщения) Франции. Шарлевиля (его обычно именовали Рокуром), в то время окончивший Политехническую школу, решил применить методы Вика в широком производственном масштабе. Он воспользовался предложением принять участие в строительстве крупных морских сооружений в Тулонском порту.

Его опыты, продолжавшиеся в 1819—1820 гг., полностью доказали возможность и эффективность отказа от применения в растворах на воздушной извести дорогостоящей итальянской пуццоланы за счет легкого и дешевого превращения местной воздушной извести Прованса в гидравлическую. Оптимальным по прочности, стойкости и экономичности в морских соору-

жениях явился раствор 1:1 из искусственной гидравлической извести и песка. Морское ведомство приняло решение возводить подводные части сооружений только на искусственной гидравлической извести. Такое же решение принял и Военный департамент.

В 1821 г. Шарлевиля был приглашен в качестве профессора курса построений (строительного искусства) в Институт Корпуса инженеров путей сообщения в Петербурге. В это время многие работы по строительству дорог, каналов и мостов нельзя было выполнить вследствие затруднений с получением хороших растворов. Поэтому Бетанкур поручил Шарлевилю также строительство моста через р. Нарова и исследование известей России, подобное проведенным Вика и Шарлевилю во Франции.

Мостовые устои, возводившиеся из каменной кладки, обычно спосились водой. Поэтому существовало мнение, что сооружение моста на такой реке как Нарова со скоростью течения 10—15 фут./сек (3—4,5 м/сек) и глубиной более 30 фут. (9,1 м) невозможно. Кроме того, местная нарвская известь считалась совершенно непригодной; она плохо гасилась, поэтому для городских построек обычную воздушную известь завозили из других мест. Однако на деле она оказалась сильно гидравлической известью, которую следовало только измельчить, чтобы она удовлетворяла любым требованиям. Бетонные устои нарвского моста, сооруженные на этой извести, оказались безупречны.

Образцы известняков для исследования были присланы из разных районов страны. Однако основные исследования были проведены с четырьмя разновидностями известей из сырья, залегающего в окрестностях Петербурга в районах г. Нарва (две разновидности), Ладожского озера и пос. Тосно. Этот выбор объяснялся в первую очередь размещением строительства. Помимо этого, выбранные для исследования извести являлись очень характерными разновидностями, представлявшими весь диапазон воздушных и гидравлических естественных известей. Опыт работы в Тулоне и помощь Ламе и Клапейрона помогли Шарлевилю выполнить все исследования и опубликовать их результаты в 1821—1822 гг. О масштабе исследований можно судить по тому, что в процессе изучения четырех основных разновидностей извести было проведено около 1500 опытов. Для исследования процессов производства вяжущих и растворов ряд опытов был повторен на образцах 2000 различных естественных и искусственно изготовленных известей.

Весь комплекс проведенных исследований позволил разработать практические указания для правильного и наиболее эффективного применения в строительстве

четырёх, детально изученных типичных разновидностей известей Петербурга и после соответствующей экспериментальной проверки распространить их на все извести страны, входящие в изученные разновидности. Эти указания резко расходились с существовавшими в России и других странах Европы представлениями о вяжущих и растворах и вносили в них необходимые поправки. Совершенствование производства и применения гидравлических растворов в суровых климатических условиях России содействовало прекращению завоза вяжущих и пуццолан из других стран, замене в строительстве дерева камнем и развитию хозяйства и культуры страны. Исследования подтвердили правильность и повсеместное значение принципов Вика, не получивших еще признания за пределами Франции.

Результаты исследований Шарлевиля изложил в фундаментальном труде «Трактат об искусстве изготовлять хорошие строительные растворы и практические указания для правильного их применения, основанный на новых опытах, произведенных над известями Франции и России»<sup>2</sup>.

Шарлевиля суммирует существовавшие ранее и несколько дополняет новые представления в области вяжущих и растворов в Европе, причем в Англии эти представления развивались несколько иначе. В трактате высказан ряд теоретических положений, остающихся справедливыми и в настоящее время «Обжиг извести сводится не только к удалению воды и углекислоты, он изменяет также составляющие окиси»; дано объяснение функции кремнезема, глинозема и окиси железа, взаимодействующих в процессе обжига гидравлических известей и, конечно, современных цементов с окисью кальция. «Замечено (некоторые химики уже доказали это), что кремнезем в виде геля придает жирной извести гидравлические свойства, тогда как то же количество кремнезема в виде зерен (т. е. кристаллический. — И. З.) не дает этого результата...» Превосходство пуццоланы и глиниста над нескон и цементной объяснено наличием в них активного кремнезема и повышенной тонкостью глиниста.

Отмечено пуццоланическое действие на известь тончайших природных песков и измельченных в тончайший порошок (каменную муку) горных пород — кварца, базальта, сланца и т. д. Перечисленные материалы долго считали «инертными», однако в наше время точка зрения Шарлевиля получила признание.

Как последователь Вика, Шарлевиля под цементами подразумевает естественную и искусственную гасящиеся гидравлические извести и известково-пуццолановые смеси. В описанных в Трактате способах производства естественной и ис-

<sup>1</sup> L. J. Vicat. Recherches expérimentales sur les chaux de construction, les bétons et es mortiers ordinaires. Paris, 1818.

<sup>2</sup> R a u c o u r t d e C h a r l e v i l l e. Traité sur l'art de faire de bons mortiers et notions pratiques pour en bien diriger l'emploi; précédé d'expériences récentes faites sur les chaux de France et de Russie... St.-Petersbourg, 1822.

кусственных гидравлических известей заложена принципиальная возможность производства собственно гидравлических цементов при увеличении содержания глины в сырье, повышении температуры и помоле продукта обжига. Но Шарлевилю никогда не рекомендовал при обжиге сырья выходить за пределы гасимости продукта, как это делали после Паркера англичане в производстве естественного романцеита. Напротив, уменьшенный расход топлива на обжиг сырья и замена дорогостоящего дробления продукта гашением его в порошок в производстве слабо обожженной гидравлической извести рассматривались Вика и Шарлевилю как экономические преимущества и основание для предпочтения романцеита гидравлической извести. Правда, Шарлевилю (в отличие от своего учителя) признавал и аргументировал преимущество использования гидравлических известей в негашеном состоянии, как это делают англичане для своего романцеита, который представляет собою весьма гидравлическую известь.

Целесообразность использования в растворах измельченной негашеной извести известна уже с глубокой древности, но до последнего времени, как ни странно, оспаривалась. Наряду с этим измельченная негашеная известь применялась, например, в 1833 г. при строительстве Исаакиевского собора в Петербурге. Сторонниками негашеной извести были, например, Лорно во Франции (XVIII в.) и Михаэлис в Германии (XIX—XX вв.). В СССР она получила широкое применение по инициативе И. В. Смирнова.

В Трактате приведена классификация исходных известняков по химическому составу как сырья для различных известей и описаны свойства и области применения последних, приемы обжига сырья, рассмотрены конструкции печей, режимы обжига разного сырья, а также разнообразное оборудование. Приведены способы определения прочности образцов растворов на растяжение, излом, сжатие, удар и твердости образцов при сверлении. Установлено соотношение между показателями прочности на растяжение и показателями на сжатие и удар. В Трактате освещены вопросы предварительной гидратации растворов и повторного использования лежалых и отвердевших растворов и ныне представляющие интерес для строительства. Положены основы подбора состава растворов, теория которого исчерпывающе не разработана и до сих пор. На основании исследования древних и средневековых растворов и опытных растворов близкого состава показана возможность изготовления по принципу Вика не менее прочных гидравлических растворов.

Шарлевилю описал также свои опыты приготовления из гидравлических известей искусственного литографического камня и дал технические указания по этому интересному вопросу.

Трактат Шарлевилю сочетал обобщение достижений прошлого с постановкой проблемы на будущее. Трактат поступил в Публичную и Академическую библиотеки и фундаментальные библиотеки Путьского института, Главного инженерного училища и основанных позднее Архитекторского училища и Училища гражданских инженеров. Этой работой пользовались инженеры путей сообщения, гражданские и военные.

В 1823 г. Вика в своей статье о некоторых явлениях, обнаруженных им при обжиге естественной и искусственной известей<sup>2</sup>, подробно рассмотрел исследования Шарлевилю процесса обжига искусственных гидравлических известей. Он указал, что Шарлевилю, повторив опыты над известями России, аналогичные опытам Вика над известями Франции, пришел к результатам, имеющим много общего с данными, приведенными в статье Вика. В заключение Вика отметил, что разъяснение обнаруженных им и Шарлевилю особенностей обжига известняков и известково-глинистых смесей в контакте с углем требует дальнейшей теоретической работы и имеет большое практическое значение.

В 1825 г. Шарлевилю было поручено представить сокращенное изложение Трактата для перевода и опубликования на русском языке. В сокращенном труде для перевода Шарлевилю изложил только факты и вытекающие из них выводы, не входя в подробное изложение предисловий.

Известный специалист, профессор курса построенных М. С. Волков в своей небольшой, но содержательной книге<sup>3</sup> полностью придерживается взглядов Шарлевилю.

В дальнейшем опыты и исследования Шарлевилю были приняты во внимание военным инженером, позднее профессором Инженерной академии П. Е. Роше при организации в 1848 г. первого русского цементного завода близ Петербурга, выпускавшего естественный романцеит. А еще позднее анализ работы и недостатков производства на заводе Роше помог другому военному инженеру, профессору той же академии А. Р. Шуляченко («отцу русского цементного производства») на основании собственных научных исследований организовать в 1884 г. производство из того же сырья порландцеита на Глухоозерском заводе в Петербурге. Использование сырья Петербургского района для производства гидравлических вяжущих продолжается до настоящего времени.

Шарлевилю работал в России до 1828 г.; вернувшись на родину, он выпустил второе, переработанное издание своего труда

под названием «Трактат об искусстве изготовлять хорошие строительные растворы и правильном их применении, или общий практический метод для производства во всех странах наилучших и наиболее экономичных известей, цемента и растворов»<sup>4</sup>.

Новое издание Трактата получило распространение в разных странах, и в 1831 г. он был переиздан третий раз в Германии на немецком языке<sup>5</sup>. Прикладное направление, которого придерживался Шарлевилю, нашло широкое развитие в работах строителей мостов и дорог, архитекторов, военных инженеров России, Франции, Польши, Швеции.

Положительная оценка Трактата Шарлевилю Петербургской Академией наук в 1822 г. явилась началом его связи с Академией. Из протокола конференции от 18 апреля 1827 г. известно, что секретарь представил от имени автора, г. Рокура де Шарлевилю Мемуар об опытах по литографии, произведенных во французской Королевской школе мостов и дорог..., Тулон, 1819, 8<sup>7</sup> и Трактат об искусстве изготовлять хорошие строительные растворы..., С.-Петербург, 1822, 4<sup>8</sup>. Эти книги, из которых последняя уже известна с хорошей стороны, будут переданы в Библиотеку и их получение будет подтверждено с благодарностью.

22 апреля 1827 г. Шарлевилю — 28-летний инженер-полковник в отставке — направил Непременному секретарю Академии академику П. Н. Фусу рукописную статью «О необходимости усовершенствовать методы анализа, применяемые практиками для испытания растворов»<sup>9</sup>, в которой писал:

«...В течение нескольких лет я был отвлечен важными делами<sup>10</sup> от науки составления растворов; науки, которую я хотел выработать в жизни в последних главах моего труда по этому вопросу. Я был крайне изумлен, когда, просмотрев научные журналы 1824—1826 гг., я обнаружил, что она не сделала никаких успехов, и что ученые и видные инженеры, занимавшиеся ею, еще не признали необходимым усовершенствовать язык и методы анализа строителей, которые столь далеки от современного состояния науки, что, пользу-

ясь этими методами, нельзя прийти к правильному пониманию.

Будучи убежден, что эта часть инженерной науки обречена оставаться в застое, если и в дальнейшем не будет обращено всеобщее внимание на необходимость взаимного понимания, я пытался доказать в настоящей статье, которую прошу Вас, милостивый государь, не отказать представить Академии, что методы анализа, применяемые практиками, несовершенны, неполны, а неясность их выражений не дает возможности использовать опыты, которые они опубликовывают.

Эта рукопись, которую я сопроводил добавленными, служила мне в качестве ответа на некоторые неосновательные возражения против моего курса растворов со стороны г. инженер-генерала Трессара («Annales de Chimie», т. 32). Я не привожу их здесь, это не могло бы принести никакой пользы<sup>10</sup>.

Я буду крайне счастлив, если Академия наук благосклонно примет эту статью как доказательство как моего постоянного желания внести в искусство усовершенствования, полезные для общества, так и моей особой любви к науке.

Я крайне ценю лестное мнение, которое Вы благоволили мне сообщить со стороны Академии наук по поводу моей работы о растворах; оно служит для меня приятной наградой за усилия, потраченные мною ради введения в России новых методов строительства, которые при всей своей принципиальной простоте имеют тем не менее величайшее значение для прочности всех строений в Империи».

В протоколе конференции Академии от 25 апреля 1827 г. записано, что «эта статья по характеру не подходит для напечатания в Мемуарах Академии и будет исследование этого передана в Архив. Автору будет выражена благодарность за его дар». Рукопись этой статьи до сих пор не обнаружена.

Следующий параграф этого же протокола гласит: «Г. академик Шторх и г. академик Фус и Паррот предложили, с согласия г. президента, избранию в члены-корреспонденты (по физическому разряду) г. полковника Рокура. Была произ-

<sup>5</sup> Raucourt de Charleville. Traité sur l'art de faire de bons mortiers et d'en bien diriger l'emploi, ou méthode générale pratique pour fabriquer en tous pays la chaux, les ciments et les mortiers les meilleurs et les plus économiques... Deuxième édition. Paris, MDCCCXXVII.

<sup>6</sup> Raucourt de Charleville. Die Kunst, gute Mörtel zu bereiten. Aus dem französischen, von C. Hartmann. Quedlinburg und Leipzig, 1831.

<sup>7</sup> Raucourt de Charleville. Mémoire sur les expériences lithographiques faites à l'École royale des ponts et chaussées de France; ou Manuel théorique et pratique du dessinateur et de L'imprimeur lithographe..., Toulon, 1819.

<sup>8</sup> «De la nécessité de perfectionner les moyens d'analyse que les praticiens employent pour faire des expériences sur les mortiers; par le colonel du génie Raucourt».

<sup>9</sup> Руководство строительными работами в военных портах Черного моря.

<sup>10</sup> В своей статье 1826 г. о производстве искусственных пуццоланов или трассов («Annales de Chimie et de Physique», т. XXXI, стр. 243—253; «Annales des Mines», т. XII, стр. 233—242 и другие журналы) Трессар отводил основное место критике (частично заслуженной) работы Шарлевилю, сопоставляя ее со своими исследованиями Шарлевилю ошибочно указал т. 32 «Annales de Chimie».

<sup>2</sup> L. Vicat. Note sur quelques phénomènes que présente la cuisson de la chaux ordinaire et de la chaux artificielle. «Annales de Chimie et de Physique», Août 1823, t. XXIII, p. 424—429.

<sup>4</sup> М. Волков. Изложение правил составления известковых цементов и растворов. СПб., 1830.

ведена баллотировка и г. Рокур оказался избранным единогласно. Секретарь его об этом уведомит и ему будет послан диплом».

В 1828 г. Шарлевиля был уже в Париже. В марте он присылает Петербургской Академии наук экземпляр второго, переработанного издания Трактата с дарственной подписью «С.-Петербургской Академии наук от автора».

В июне 1830 г. Шарлевиля прислал Академии первую статью (об измерении скорости Невы зимой и др.) из серии работ по гидрометрии, относящихся к наводнению в С.-Петербурге. Статья была передана в Архив Академии (не обнаружена) «пока г. Рокур не пришлет последующие статьи и не сообщит, какую цель он имеет в виду, посылая их Академии»<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Архив АН СССР, ф. 1, оп. 2, 1822, § 384, 412, 417; 1827, § 172, 190, 191; 1830, § 482. Протоколы конференции АН и протокольные бумаги (не опубликовано).

## ДВОРЕЦ ОТКРЫТИЙ

От редакции. Для историков естествознания и техники несомненный интерес представляет основанный в 1937 г. в Париже «Дворец открытий» (Palais de la Découverte). В 53 залах этого обширного дворца-музея можно ознакомиться не только с новейшими достижениями важнейших отраслей науки, но и с историей открытий, с вековой филлацией идей, с преемственностью научного развития. По просьбе редакции директор «Дворца открытий» профессор Левелье написал для «Вопросов истории естествознания и техники» очерк, в котором излагает свои «заветные мысли» — основные задачи, стоящие перед этим учреждением. Следует напомнить, что профессор Левелье был одним из активнейших инициаторов создания «Дворца открытий» и его бессменным руководителем на протяжении ряда лет. Энтузиаст своего дела, пристально следящий за ходом научного прогресса, Левелье неутомимо работает вместе со своими сотрудниками над постоянным обновлением и расширением экспозиции, стремясь показывать процесс научного творчества в его динамике и развитии, пробуждать в самых широких слоях общества любовь к науке, раскрывать ее великое культурно-историческое значение.

\* \* \*

Потребовалось много времени и споров, прежде чем науке было отведено достойное место на международных выставках. До 1934 г. она оставалась в загоне. Тем не менее, Международное выставочное бюро в Женеве признало необходимым предо-

ставить науке то место, которое ей принадлежит по праву. Очень немногие среди организаторов Выставки 1937 г. верили в успех. По этой причине было отказано в постройке отдельного здания; под экспозицию была отведена лишь незначительная часть Большого Дворца на Елисейских полях в Париже.

И. Л. Значко-Яворский  
(Ленинград)

И все же ко дню официального открытия выставки (24 мая 1937 г.) Дворец открытий был полностью закончен. На следующий же день он был открыт.

В настоящее время никто не считает, что наука есть нечто замкнутое, ограниченное кругом лабораторий. Кто не осознавал могучее присутствие науки повсюду? Кто не понимает исключительное значение для всех и каждого результатов научных открытий? Кто не отдает себе отчета в том, что математические, астрономические, геологические открытия обогатили нашу мысль, что открытия физиков и химиков упрочили нашу власть над материей, что биологические открытия оградил от многих опасностей наше физиологическое бытие?

Именно с целью пробудить пылливость, страстный интерес к науке, повысить потребность в научной культуре и был создан Дворец открытий, занимающий западную часть Большого Дворца.

Опыт подтвердил, что среди восьми миллионов посетителей этого Дома науки нашлись такие, которые впервые почувствовали призвание к научной деятельности или утвердились в своем желании работать на научном поприще. Кто знает, может быть какой-нибудь крупный ученый, призванный совершить переворот в науке, своим первым стимулом к научной деятельности будет также обязан Дворцу

Опыт подтвердил, что среди восьми миллионов посетителей этого Дома науки нашлись такие, которые впервые почувствовали призвание к научной деятельности или утвердились в своем желании работать на научном поприще. Кто знает, может быть какой-нибудь крупный ученый, призванный совершить переворот в науке, своим первым стимулом к научной деятельности будет также обязан Дворцу

Опыт подтвердил, что среди восьми миллионов посетителей этого Дома науки нашлись такие, которые впервые почувствовали призвание к научной деятельности или утвердились в своем желании работать на научном поприще. Кто знает, может быть какой-нибудь крупный ученый, призванный совершить переворот в науке, своим первым стимулом к научной деятельности будет также обязан Дворцу



Рис. 1. Современная выставка Дави-Фарадей. Общий вид выставки Дави-Фарадей 1943 года

открытий? Самые большие открытия подчас бывают результатом случайности. Однако и здесь требуется ум, умеющий наблюдать и способный вовремя удивиться. Именно такую мысль, вдумчивую и критическую, стремящуюся определить причину явлений, ставит своей задачей развить Дворец открытий.

Кроме того, посещение Дворца открытий имеет общеобразовательное значение, так как распространяет в обществе вкус к научной культуре, — говорил французский ученый Жан Перрен, — нельзя, не распространяя одновременно другие ценные качества: точность, критическую добросовестность, свободу суждений, которые этой научной культурой вырабатываются и которые полезны и ценны каждому независимо от его профессии.

Что же в итоге представляет Дворец открытий? Это одновременно и организация большого масштаба по распространению научных знаний, и соединительное звено между лабораториями и широкими слоями общества, и высшая научная школа, открытая для всех, и новое средство, помогающее в проведении научных исследований.

Не снижая научного уровня, Дворец открытий поставил целью довести до масс величайшие научные завоевания прошлого и держать их в курсе всех новейших открытий. В этом и заключается новизна. Существуют только технические музеи более или менее статического характера (то, чем решительно не желает быть Дворец открытий!), но нет учреждения, которое ставило бы своей задачей постоянную эволюцию ради показа всех аспектов живого современного научного исследования в его движении вперед. «Мы хотели, — сказал Перрен, — наглядно показать широким слоям общества, что как в прошлом, так и в будущем, все по-прежнему новое, все, что действительно изменяет судьбу людей, кажущуюся неотвратимой, основано на научном исследовании и научном открытии».

Дворец открытий в настоящее время занимает около 18 000 м<sup>2</sup>. Электрическая силовая установка Дворца обеспечивается двухфазным питанием, напряжением на 12 000 в и включает три группы трансформаторов общей мощностью 590 квт; всего в распоряжении имеется 15 000 квт.

Освещение обеспечено двухфазным питанием напряжением 12 000 в и мощностью 500 квт. На эти установки в целом пошло около 20 км кабеля, уложенного в стальной трубе, и 40 км кабеля на фарфоровых изоляторах (сечение его достигает порой 288 мм). Напомним, что расстояние от Парижа до Версаля — 18 км, а от Парижа до Мелена — 45 км.

Для подачи воды, газа, сжатого воздуха используется 2 120 м труб общим весом в 10 650 кг.

Многочисленные приборы и аппараты, коллекции, диапозитивы, клише, фотографии являются в большинстве (около

84%) собственностью Дворца открытий; 16% приборов и аппаратов представлено в пользование общественными и частными организациями или отдельными лицами.

С 1937 г. преподаватели по собственной инициативе начали водить школьников во Дворец и давать им затем те или иные задания. Результаты оказались настолько хорошими, что уже в 1938 г. можно было организовать выставку работ этих школьников.

В 1939 г. Дворец устроил несколько выставок; Институт Карнеги (Вашингтон) представил экспонаты, характеризующие деятельность его отделов биологии растений и генетики; профессор факультета естественных наук Парижа Пьер Грассе содействовал организации выставки по терминам.

В период оккупации Дворец открытий находился в тяжелых условиях, хотя и в это время получал поддержку со стороны отдельных лиц.

В ноябре 1943 г. значительный успех имела большая выставка, посвященная жизни и деятельности Лавуазье.

После окончания войны, несмотря на большой пожар, Дворец открытий смог снова работать в нормальных условиях и с еще большей активностью. Было начато восстановление пострадавших помещений, возобновились опыты, был перестроен аппарат и на новых началах организованы выставки как во Франции, так и за границей.

К первой генеральной ассамблее ЮНЕСКО, состоявшейся в ноябре 1946 г. в Париже, по просьбе Отдела по точным наукам во Дворце открытий была организована большая выставка, посвященная трем темам: электромагнитные волны, генетика и деятельность Луи Пастера. Выставку открыли сэр Д. Хаксли и ректор Г. Русси.

По инициативе Дворца открытий создано также Международное общество музеев, принцип организации которого одобрен ЮНЕСКО. Это начинание имело большой успех, которому способствовала материальная поддержка, оказанная ЮНЕСКО.

В 1952 г. во Дворце ко дню его 15-летнего юбилея в присутствии Президента Республики был торжественно открыт планетарий. Аппаратура, являвшаяся государственной собственностью, была передана планетарию, чему немало содействовал Р. Дотри.

Деятельность Дворца открытий и многочисленные выставки, организованные им во Франции и за границей, потребовали изготовления множества фотографий; кроме того, из разных городов Франции и из-за границы на них постоянно поступали запросы. В настоящее время эта обширная фототека приводится в порядок.

Руководство Дворца стремится к созданию оригинальных, новых экспонатов. Экспозиция почти всегда своеобразна, даже в тех случаях, когда повторяются

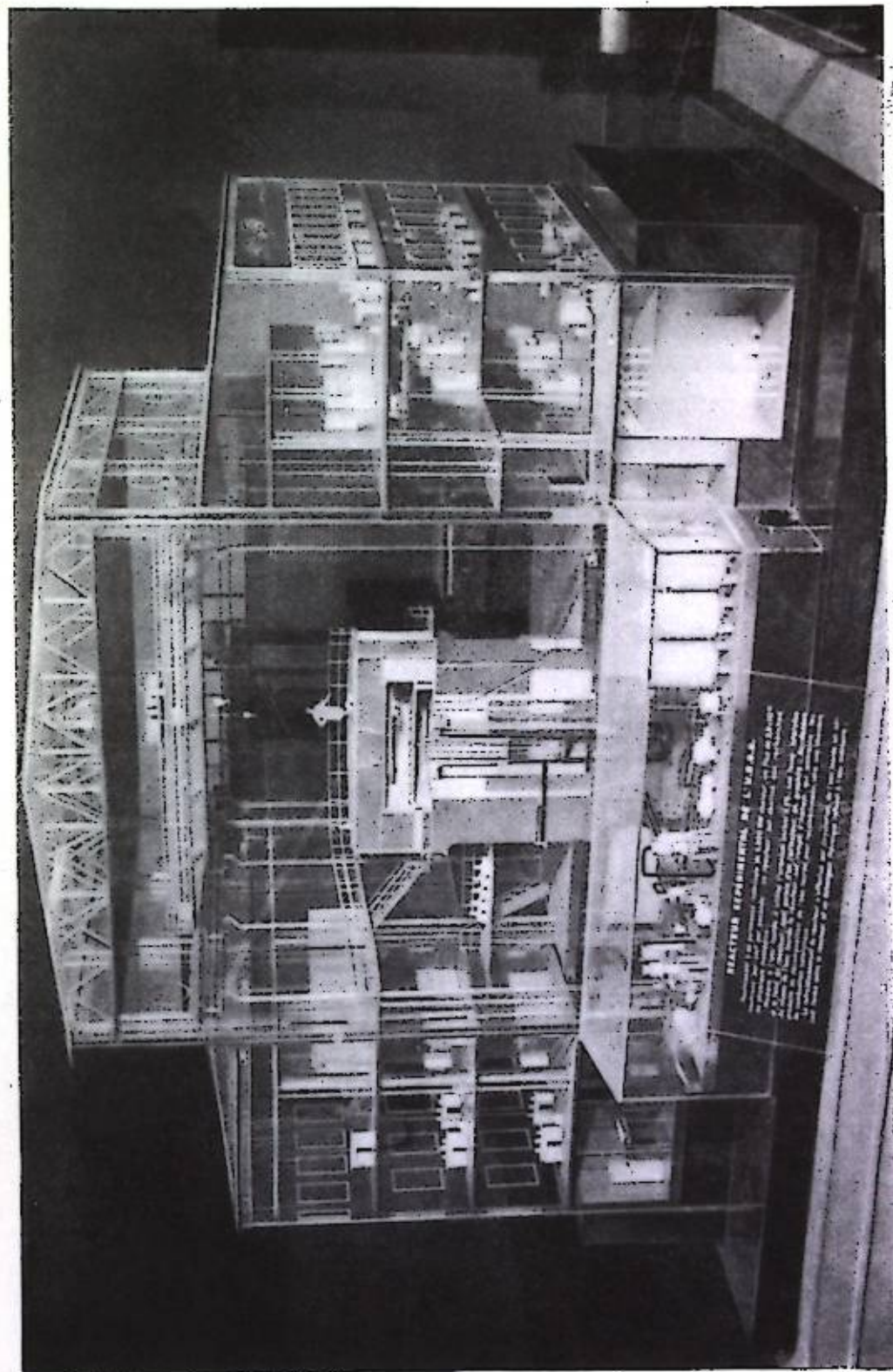


Рис. 2. Идентификация энергии. Манит-экспериментальный реактора Академии наук СССР

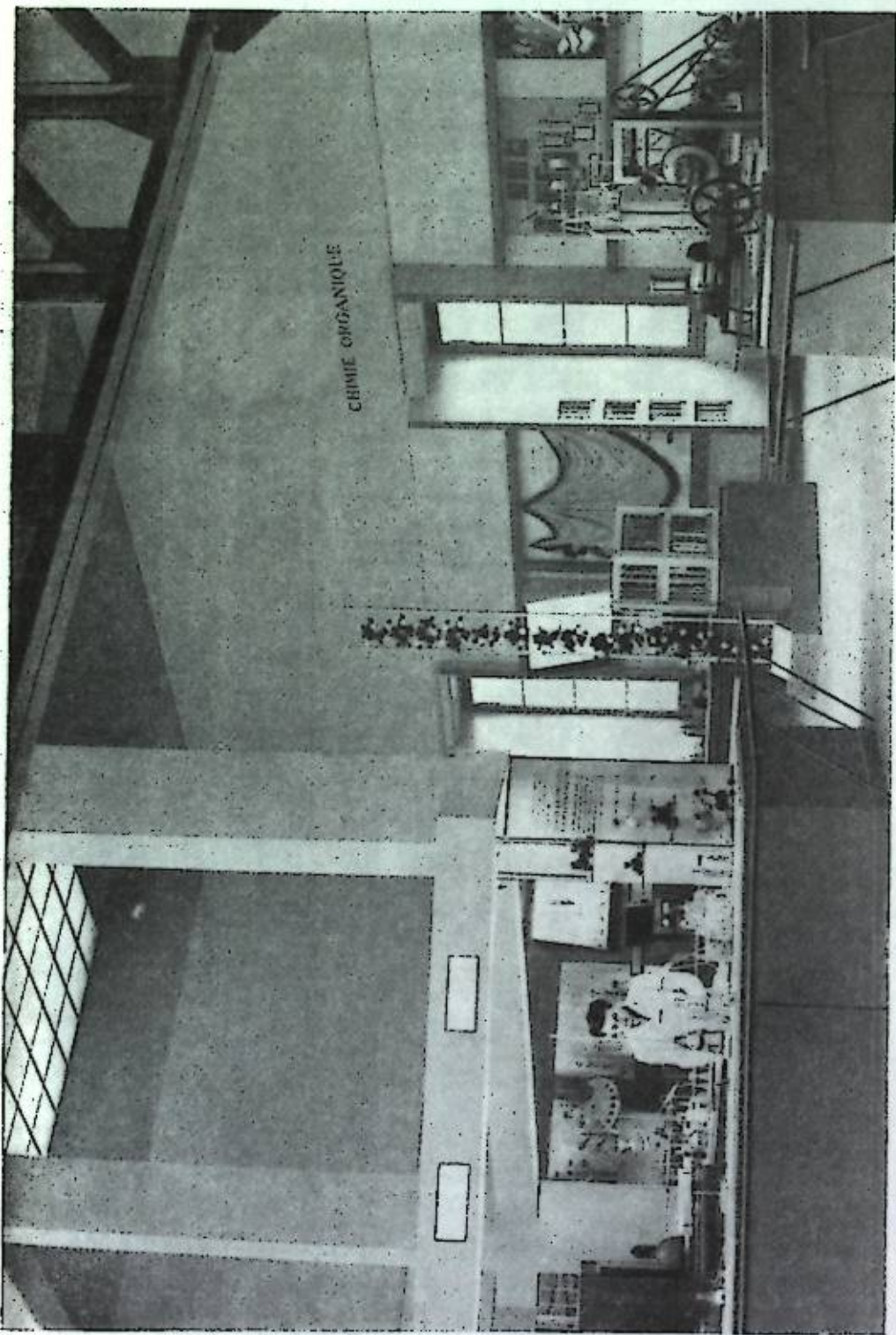


Рис. 3. Органическая химия. Общий вид зала.

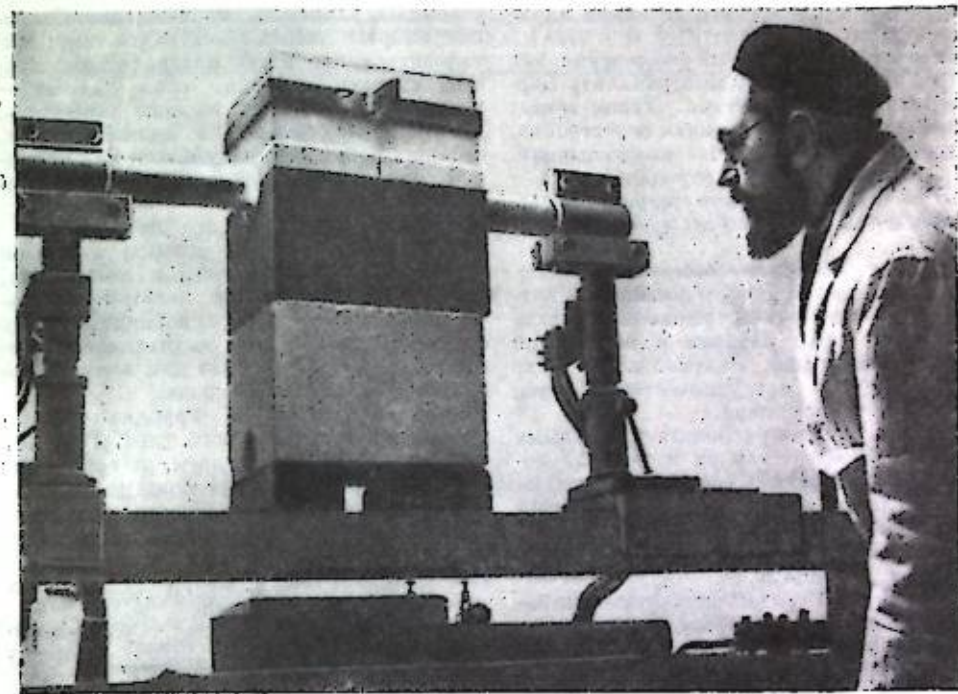


Рис. 4. Электрическая печь Муассана

классические, основополагающие опыты, а потому большинство установок не повторяют известные ранее схемы. Вот почему роль главного инженера здесь особенно важна. В этом вопросе большую помощь Дворцу оказывают различные мастерские.

Опросив целый ряд зарубежных научных музеев, мы узнали, что многие из них имеют информационное бюро, отвечающее на присылаемые письма. Во Дворце открыт подобное бюро существует, но в ближайшем будущем его следует расширить. Нелишне отметить, что Дворец открытий дает возможность высказать сравнительные достоинства различных форм экспозиции. Так, например, кнопочный включатель магнитофонной записи, на который руководство Дворца открытий возлагало большие надежды, оказалось почти бесполезным. Большинство посетителей не дожидается окончания демонстрации явления, в то время как они внимательно слушают объяснения, даваемые квалифицированным экскурсоводом.

Во Дворце открытий созданы необходимые отделы. В настоящее время их четыре: 1) научный, отвечающий на запросы и выполняющий поручения ученых, входящих в состав комитетов отдельных секций, и экскурсоводов; 2) административный (дирекция, бюро внешних сношений; информационное бюро — бухгалтерия и секретариат); 3) технический (научное и техническое оборудование, художественное оформление) и 4) мастерские (механическая, точной механики, столярная,

электрооборудования, мастерская художников-декораторов). В 1937 г. существовал также отдел кино, ликвидированный в начале войны из-за недостатка кредитов; этот отдел будет восстановлен и начнет изготавливать фильмы, необходимые при демонстрации опытов. Уже в 1938 г. Дворец открытий привлек к своей работе выдающихся ученых, которые читают здесь еженедельные лекции: некоторые из этих лекций были опубликованы. В настоящее время публикация всех лекций полностью обеспечена. Запросы на выпускаемые брошюры поступают из всех стран мира.

К услугам посетителей имеется книжный киоск, где они могут найти важнейшие научные труды. Созданный при основании Дворца небольшой читальный зал в настоящее время превратился в хорошо налаженную библиотеку.

С осени 1959 г. функционирует зал полиноков, где собрана самая свежая научная информация из всех стран.

Соблазнительная идея транслировать лекции по радио и по телевизору представляет большие трудности и не даст, по нашему мнению, ожидаемых результатов.

Телевидению связано с трудностью стемок, что касается радиовещания, то сомнительно, чтобы многочисленные радиослушатели могли слушать лекцию и делать записки.

Поэтому мы считаем, что формы показа, выработанные Дворцом открытий, наиболее целесообразны; основную роль играет

личный контакт между посетителями и экскурсоводами.

Жизнь такого научного учреждения, как Дворец открытий, нельзя ограничить циркулярами и регламентами. Успех может принести лишь непрерывная перестройка, постоянные пробы и даже импровизации.

По нашему мнению, Дворец открытий — одно из лучших средств широкого распространения научно-исследовательской работы.

В 1937 г. это было совсем новое дело. С той поры день за днем, в постоянном контакте с посетителями решаются задачи воспитания масс, начиная с воспитания самих воспитателей. Задуманный в духе международного сотрудничества, Дворец способствует делу мира.

Дворец открытий располагает сильными средствами воздействия на посетителя потому, что здесь прежде всего действуют на его зрительную память, значение которой общепризнано, а последние зачастую побуждают к чтению более продуктивному, благодаря виденному.

Во Дворце открытий посетитель свободен. Объяснения, которые он получает, опыты, при которых он присутствует, не

стремятся влиять на его поведение. Он может выбрать интересующую его тему, остановиться, прочитать пояснительные тексты, сделать заметки, если захочет — вернуться, подумать и даже пометить. Дворец не навязывает ни единой мысли, он лишь побуждает задуматься над причиной явления, делает его ум более критичным.

Дворец открытий — это не музей.

В настоящее время Дворец открытий находится в очень тяжелом положении, так как многие секции необходимо значительно расширить, экспозиции в ряде случаев переработать, энергетическое оснащение переделать. Но для всего этого нужна добавочная площадь.

Итак, в 1937 г. во Франции создано учреждение совсем нового типа. Влияние его растет с каждым днем, и если ему, как мы надеемся, будут созданы необходимые условия и возможности развития, то его роль будет продолжать расти, и он будет способствовать как распространению знания, так и прогрессу научных исследований и открытий.

А. Левелье  
(Париж)

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

### Б. Е. РАЙКОВ КАК ИСТОРИК ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ (к 80-летию со дня рождения)

Борис Евгеньевич Райков является одним из наиболее известных и заслуженных советских историков естествознания. Его научная деятельность началась в этом направлении в 1916 г., когда он опубликовал статью «Естествознание в уметственном обиходе и школьном просвещении Древней Руси». Исследование это явилось результатом продолжительного изучения древнерусской литературы, хранящейся в рукописных отделениях библиотеки Академии наук и Публичной библиотеки в Ленинграде.

Изучая в течение двух лет эту литературу, он выяснил в основных чертах содержание и характер натуралистических элементов в памятниках Древней Руси XV—XVII вв., а также влияние этой литературы на школьное обучение. До него никто из биологов не занимался этой работой. Поэтому исследование Б. Е. Райкова было принято с большим интересом. В. В. Радлов, редактировавший этот труд, отметил, что в нем как всегда «Сближение двух разнородных областей всегда бывает особенно плодотворно»<sup>1</sup>.

В первые годы после Великой Октябрьской социалистической революции Б. Е. Райков продолжил свои исследования в этом направлении, насколько позволяли в то время его напряженная деятельность во Втором петроградском государственном университете (бывшем Психоневрологическом институте), где он был профессором и проректором.

Результатом была его работа «Естественно-историческое образование в XVIII веке» (1922), в которой описан первый русский учебник по естественной истории, появившийся в 1789 г., и раскрыт аноним его автора. Б. Е. Райков установил, что автором этого учебника был академик В. Ф. Зуев, а редактором — знаменитый Паллас.

Б. Е. Райков заинтересовался трудами академика XVIII в. В. Ф. Зуева, о котором в литературе было мало известно, и стал систематически изучать в архивах документы о его деятельности. Эти материалы дали автору возможность написать об В. Ф. Зуеве монографию, которая напечатана в 1955 г.

Б. Е. Райков выяснил, что В. Ф. Зуев был составителем первого на русском языке ручного зоологического атласа. В 1757 г. он опубликовал описание этого атласа, которым пользовались в русских школах около 40 лет — в конце XVIII и в начале XIX в.

Кроме того, Б. Е. Райков обнаружил неизвестную в литературе работу молодого биолога А. Каверзнева, который в 1775 г. опубликовал за границей на немецком языке интересную диссертацию об изменчивости животных и генетической связи между видами. На русском языке эта работа появилась анонимно в искаженном переводе. Б. Е. Райков установил, что А. Каверзнев являлся одним из ранних эволюционистов в России; сведения о нем помещены в Большой Советской Энциклопедии.

В 1920—1925 гг. Б. Е. Райков опубликовал ряд журнальных статей о естественнонаучном просвещении в России в первой половине XIX в. В 1960 г. эти статьи в виде сборника изданы Академией педагогических наук под названием «Пути и методы натуралистического просвещения».

Изучая рукописную литературу допетровской Руси, ученый собрал большой материал по вопросу, который тогда особенно интересовал читателей: является ли наша Земля центром Вселенной, как учил Птолемей, или вращается вокруг Солнца, как утверждал Коперник. Гелиоцентри-

<sup>1</sup> Работа была напечатана в «Журн. Мин-ва нар. просвещения», 1916, кн. 11.



Б. Е. Райков

ческая коперниковская теория медленно проникала на Русь, встречая сопротивление представителей церкви. История этой борьбы описана им по первоисточникам в книге (отредактированной С. И. Вавиловым) «Очерки истории гелиоцентрического мировоззрения в России», вышедшей в 1937 г. и переизданной в 1947 г. Автор установил, что теорию Коперника впервые изложил на Руси в середине XVIII в. книжник Е. Славинецкий.

В 30-х годах Б. Е. Райков начал работать над темой, которая в дальнейшем сделалась основным направлением его деятельности как историка. Это был вопрос о работах русских ученых-естествоиспытателей, являвшихся предшественниками эволюционной теории.

В результате многолетней работы исследователь составил труд, изданный в четырех томах под названием «Русские биологи-эволюционисты до Дарвина». Это издание вышло на протяжении 1947—1959 гг.

Для истории биологии в России эта монография дала много нового и частично неизвестного материала, вошедшего потом в ВСЭ и в «Историю Академии наук СССР».

Другим направлением научной работы Б. Е. Райкова за последние десять лет было изучение научного наследия академика Карла Бэра. В 1945 г. Б. Е. Райков занялся переводом и комментированием обширной автобиографии Бэра и его класси-

ческого двухтомного труда по эмбриологии «История развития животных», изданного АН СССР в 1950—1953 гг. Автобиография Бэра издана на русском языке в 1950 г. Оба сочинения вышли под общей редакцией Е. Н. Павловского.

Все сочинения Б. Е. Райкова представляют собой оригинальные научные исследования, хотя большинство исторических этюдов построено не в проблемном, а в биографическом плане.

В трудах Б. Е. Райкова отражены узловые проблемы истории науки, необходимые часто для уяснения развития научного прогресса.

Б. Е. Райков обладает особой наблюдательностью в установлении научных фактов, умением по незначительным следам обнаруживать ценные материалы, которые в иных случаях очень долго оставались незамеченными и неиспользованными. К этому надо прибавить исключительное трудолюбие, большую тщательность в работе, а главное — горячую любовь к своему делу и способность увлекаться им.

Следует отметить высокие литературные достоинства исторических сочинений Б. Е. Райкова. Он живо и красочно освещает факты и события, не в ущерб их научной достоверности.

П. Н. Перфильев  
(Ленинград)

## К 225-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ДЖЕМСА УАТТА

Джемс Уатт родился 19 января 1736 г. в г. Гриннок (Шотландия). Дед Джемса был преподавателем математики, отец — строителем кораблей и зданий, владельцем мастерской мореходных инструментов, в которой юный Уатт освоил ручное мастерство. В 1754 г. он уехал в Глазго, затем в Лондон с целью получить профессию механика. Вернувшись в Глазго, он поступил на работу в качестве механика в университет, открыв одновременно небольшую мастерскую для изготовления и ремонта точных физических и математических приборов.

В университете Уатт вместе с физиком Блеком, исследовавшим впервые теплообразование, и студентом (впоследствии профессором) Робинзоном, занимался исследованиями свойств водяного пара и в результате получил зависимость между давлением и температурой насыщенного водяного пара. Уатт заинтересовался паровыми машинами и изучил современную литературу по данному предмету — сочинения Деэагюлье, Веллора и Леупольда.

Таким образом, когда в 1763—1764 гг. Уатту было поручено заняться переработкой учебной моделью водоподъемной паросиловой установки Ньюкомена — Коули, он подошел к порученной работе с практической и теоретической подготовкой в области паросиловых установок. Работа с моделью в значительной мере определила своеобразное место Уатта среди участников первого действительно интернационального, но определенно Энгельса<sup>1</sup>, изобретения — парового двигателя.

Как показывают современные расчеты, основанные на теории подобия физических процессов и теплового моделирования, упомянутая модель не могла удовлетворительно работать потому, что она была сооружена без учета основных положений неизвестной во времена Уатта теории механического и теплового подобия своему прототипу — машине Ньюкомена — Коули. Уатту пришлось упорно трудиться почти пять лет, пока в 1769 г. ему не удалось, наконец, найти блестящее решение стоявшей перед ним задачи. Уатт внес в паросиловую установку последний из основных ее элементов — конденсатор, который не только обеспечил работу модели, но способствовал сокращению расхода пара в промышленных установках почти в три раза.

Найденное решение Уатт запатентовал 5 января 1769 г. (английский патент № 013). Первый пункт патента предусматривал необходимость постоянно держать

цилиндр паровой машины горячим; согласно второму пункту пар следует конденсировать в особом сосуде — конденсаторе, периодически сообщаемом с цилиндром; по третьему пункту, неконденсирующиеся газы и воздух необходимо откачивать из конденсаторов насосом; четвертый пункт устанавливал возможность работы машины паром избыточного давления с выхлопом в атмосферу, что предложено Я. Леупольдом за 45 лет до Уатта<sup>2</sup>. Нужно отметить, что это предложение, не примененное самим Уаттом, в течение длительного срока действия патента Уатта (патент был выдан на 14 лет, но в 1775 г. продлен на 25 лет) препятствовало появлению в свет нескольких прогрессивных изобретений.

Пятый пункт патента 1769 г. содержал в эскизной форме идею так называемой коловратной машины, получившей в наше время применение в качестве вспомогательных машин и, наконец, шестой пункт указывал на возможность работы машины с неполным (ухудшенным по современной терминологии) вакуумом в конденсаторе.

В 1774 г. Уатт создал насосную установку с отдельным конденсатором, показавшую при испытаниях двойное сокращение расхода горючего по сравнению с машинами Ньюкомена — Коули. Еще большее сокращение расхода топлива, ставшее главным направлением изобретательской деятельности Уатта, ему удалось получить при постройке в 1777 г. насосной машины «Вельзевуд». Это было достигнуто путем введения расширения пара при помощи прекращения его выпуска в цилиндр задолго до прихода поршня в мертвое положение. Расширение пара, применявшееся и ранее в небольшой степени для смягчения ударов при переменах направления движения поршня, явилось объектом тщательного изучения. Организовав ряд испытаний, при которых проводили измерения расхода топлива и получаемой работы, а позднее исследуя и процесс расширения при помощи изобретенного им индикатора, Уатт определил, что для машины, работающей паром, давление которого при впуске в цилиндр почти не превосходило атмосферное, наиболее выгодные результаты получаются при прекращении впуска пара на  $\frac{1}{4}$  хода поршня. В 1782 г. Уатт запатентовал применение расширения пара (английский патент № 1321).

Введение расширения пара, заметно снижая расход пара, одновременно почти вдвое уменьшало мощность двигателя при тех же размерах цилиндра и числе ходов

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., Госполитиздат, 1955, стр. 81.

<sup>2</sup> J. Leupold. Theatrum Machinarum Hydrotechnicarum. Leipzig, 1724.

поршня и, следовательно, увеличивало металлоемкость установки. Для компенсации потери мощности Уатт решил использовать вторую полость цилиндра и, таким образом, изобрел так называемую машину двойного действия, запатентованную им 28 апреля 1784 г. (патент № 1432).

Значение двойного действия заключается в том, что оно дает возможность получать непрерывную (поочередно от двух полостей) отдачу работы от рабочего тела — водяного пара — к ее потребителю — рабочим машинам. Уатт создал цилиндр двойного действия и тем самым подготовил условия для двигателя с непрерывным, однопольным, равномерным вращательным движением вала. Потребность в таком двигателе в связи с развитием первой фазы промышленного переворота в Англии в 70—80-х годах XIX в. стала настолько острой, что Болтон характеризовал ее в письме к Уатту словами: «...в Лондоне, Манчестере, Бирмингеме все без ума» от машины с вращательным движением.

Однако для получения вращательного движения Уатту прежде всего нужно было решить задачу о соединении поршня машины, движущегося по прямой линии, с концом балансира, движущегося по дуге окружности. После напряженного труда по подбору разнообразных кинематических схем, Уатт остановился на так называемом впоследствии параллелограмме Уатта, теоретическое обоснование которого было дано П. Л. Чебышевым только в 1869 г. По-видимому, трудность решения этой задачи и ее сложность в теоретическом отношении заставили Уатта высоко оценить свой изобретательский подвиг, о котором он писал: «Хоть я не особенно забочусь о моей славе, однако, горжусь изобретением параллелограмма больше, чем любым другим моим изобретением»<sup>3</sup>.

Оставалось соединить другой конец балансира с валом машины, т. е. вторично решить задачу преобразования возвратнопоступательного движения во вращательное. Принципиальное решение было известно изданна и сам Уатт писал, что «...истинный изобретатель кривошипного механизма был человек, создавший обихованный токарный станок. Применить его к паровой машине было так же легко, как воспользоваться ножом, предназначенным для резки хлеба, для разрезания сыра»<sup>4</sup>. Конструктивная часть рассматриваемой задачи была решена несколькими изобретателями ранее Уатта и ему при-

лось, минуя их патенты, применить более сложную планетарную передачу. Отказаться от балансира и непосредственного соединения штока поршня с кривошипом вала оказалось трудней. Если некоторые изобретатели (Фальк, Булль и др.) смогли это сделать еще во времена Уатта, то другие — лишь к 80-м годам XIX в. (через столетие!) и в числе их выдающийся американский машиностроитель Д. Корлисс.

Тем не менее, даже в балансирной форме к 1784 г. двигатель Уатта сложился как наиболее экономичный из всех существовавших тогда универсальных двигателей и в этом новом качестве был впервые оценен по существу М. Марксом, писавшим, что «только с изобретением второй машины Уатта, так называемой паровой машины двойного действия, был найден первичный двигатель... двигатель, универсальный по своему техническому применению и сравнительно мало зависящий в своем местопребывании от тех или иных локальных условий»<sup>5</sup>. Маркс подчеркивал, что этот новый двигатель в отличие от его предшественников, входит в технику «...не как изобретение для особых целей, а как универсальный двигатель для крупной промышленности»<sup>6</sup>.

Основные изобретения Уатта были завершены центробежным регулятором для поддержания постоянного числа оборотов вала при переменной нагрузке двигателя. Как и в случае с параллелограммом, теоретическое обоснование этого изобретения было сделано только почти через 100 лет в труде Н. А. Вышнеградского «О регуляторах прямого действия», вышедшем в свет в 1877 г.

После 1784 г., когда был запатентован его двигатель двойного действия (патент № 1432), Уатт заканчивает свой путь новатора. В 1785 г. он писал Болтону: «...я нахожу, что сейчас пора уже прекратить опыты новых изобретений, в особенности не следует ничего пробовать, что сопряжено с какой-либо опасностью неудачи или может причинить нам затруднения при исполнении. Будем в дальнейшем готовить те вещи, которые мы умеем делать, и предоставим остальное молодым людям, которым не грозит потеря ни денег, ни имени»<sup>7</sup>. К изобретениям этого периода относятся открытый ртутный манометр, ртутный вакуумметр, водомерное стекло для паровых котлов.

Кроме изобретательства и научных исследований, Уатт внес в построение и эксплуатацию паровых двигателей первые элементы тепловых расчетов. Основан-

ные на результатах опытов эти расчеты не раскрывали существа процессов, протекающих в паровых машинах, но немало способствовали их усовершенствованию. Они позволили разработать методику испытаний, установить ряд показателей работы, в том числе введенную впервые Уаттом единицу мощности, сохранившуюся и поныне как по названию (лошадиная сила), так и по величине — 30 000 фунтофут в минуту в английских и (с некоторым округлением) 75 ккал/сек в метрических единицах.

Место Уатта среди других участников первого действительно интернационального изобретения видно из следующей краткой систематизации исторических фактов<sup>8</sup>. Подготовка открытия свойств рабочих тел, описания термодинамических циклов и изыскания конструктивных основ продолжалась длительное время (1550—1725) и в ней принимали участие Д. Порте, Т. Севери, Д. Папел, Г. В. Лейбниц, Я. Леупольд. В развитии первого периода становления теплового двигателя (1615—1705), когда он был конструктивно слит с насосом, участвовали С. де Ко, Уорчестер, Т. Севери, Ж. Т. Дезагюлье. Второй период начального развития, когда паровой двигатель получил первый передаточный механизм в виде балансира, на-

чинается трудами Ньюкомена и Коули в 1705 г. и в течение 90 лет осуществляется их продолжателями, среди которых наиболее известны имена Поттера и Тривальда. Третий период определяется необходимостью превращения насосных установок в универсальный двигатель. Ранние попытки на водных (Хэлл, 1736) и земных путях (Кьюнь, 1769), в промышленности (И. Ползунов, 1763) не получили развития как преждевременные.

Уатт явился завершителем исторического периода становления паровой машины, превращения ее из машины для частных целей в универсальный двигатель, как об этом писал К. Маркс. Вся дальнейшая история паровой машины, включая современный этап ее отмирания, не знала таких качественных скачков в своем развитии, каким явилось завершение первого этапа ее развития, связанного с именем Джемса Уатта.

Изобретательская деятельность Уатта высоко оценена на его родине в Англии. Ей посвящено много трудов, уцелевшие образцы построенных им машин хранятся в музеях.

Уатт умер в 1819 г. Прах его покоится в Вестминстерском аббатстве в Лондоне.

Н. Я. Конфедератов

<sup>8</sup> И. Конфедератов. «Actes du VIII-e Congrès International d'Histoire des Sciences». Florence, 1957, p. 1078—1082.

## А. А. ВОСКРЕСЕНСКИЙ И ЕГО НАУЧНАЯ ШКОЛА (к 150-летию со дня рождения и 80-летию со дня смерти)

Исполнилось 150 лет со дня рождения и 80 лет со дня смерти одного из выдающихся русских ученых — Александра Абрамовича Воскресенского. Широко известно значение его работ, исключительно важных в развитии химической науки и промышленности. Неоценимы его заслуги в создании большой и оригинальной школы русских химиков, в развитии химического образования. Однако остаются еще некоторые невыясненные вопросы в оценке его многогранной деятельности. Даже точная дата рождения ученого — 26 ноября 1808 г. — установлена только недавно<sup>1</sup>.

Такие вопросы, как противоречивая характеристика лекций ученого или значение его научной и педагогической деятельности в последующем развитии ряда проблем химии, в частности, в открытии периодического закона, почти не рассматривались<sup>2</sup>.

Прежде всего следует отметить несомненно педагогическую деятельность А. А. Воскресенского. Он читал лекции по химии в Петербургском университете, Главном педагогическом институте, Институте инженеров путей сообщения, некоторых военно-учебных заведениях. Эти учебные заведения обязаны А. А. Воскресенскому созданием или улучшением химических лабораторий. Так, лаборатория Пажеского корпуса была одной из лучших в Петербурге. Неудивительно, что Д. И. Менделеев в биографии А. А. Воскресенского писал, что последний «относится к числу замечательнейших возбудителей у нас начал самостоятельной деятельности в области естествознания»<sup>3</sup>.

В лекциях А. А. Воскресенский уделял исключительное внимание практическим вопросам. Например, из записок лекций в Главном педагогическом институте

<sup>1</sup> Ю. В. Плетнер. Александр Абрамович Воскресенский. «Химия в школе», 1959, № 5, стр. 19—24.

<sup>2</sup> Р. В. Добротин. Ранний период научной деятельности Д. И. Менделеева как этап на пути к открытию периодического закона. Диссертация, ЛГУ, 1953.

<sup>3</sup> Д. И. Менделеев. Сочинения, т. 15. Л.—М., Изд-во АН СССР, 1949, стр. 335.

<sup>3</sup> Из статьи Уатта в Большой британской энциклопедии. Эта оценка Уатта вошла в большинство трудов о его деятельности.

<sup>4</sup> H. W. Dickinson and Rhys Jenkins. James Watt and the steam engine. London, 1927, p. 148—158.

<sup>5</sup> К. Маркс. Капитал, т. I. М., Госполитиздат, 1955, стр. 383.

<sup>6</sup> Там же.

<sup>7</sup> А. А. Радциг. История теплотехники. М.—Л., Изд-во АН СССР, стр. 68.



Д. И. Менделеева в 1851—1852 гг.<sup>4</sup> видно, что подробно освещалось производство стекла, глины, известняка и пороха. В программе по химии, составленной для военно-учебных заведений в 1852 г.<sup>5</sup>, большое место отводилось прикладным военно-химическим вопросам. Так, раздел «медь» включал такие вопросы: «Медь; важнейшие руды меди. Свойства меди, ее употребление. Сплавы меди: нейзильбер, латунь, артиллерийский металл, колокольный металл. Разложение артиллерийского металла. Лужение меди. Малахит. Медный купорос» и др.

В то же время, поскольку в начале 50-х годов XIX в. в химии еще не установились некоторые основные понятия, А. А. Воскресенский скупно освещал теоретические вопросы, так как считал «истинно научным делом, по крайней мере, в эпоху начала второй половины этого столетия, ...только возможно твердое следование за фактами»<sup>6</sup>.

Однако ошибочно считать, что А. А. Воскресенский отказывался от обсуждения основных спорных вопросов науки. Как вспоминал Д. И. Менделеев, «нас, начинающих, заставлял сопоставлять мысли и взгляды Берцелиуса и Либиха с учениями Дюма, Лорана и Жерара, тогда еще далеко не получивших господства»<sup>7</sup>.

Тем не менее неверная оценка или недооценка лекций А. А. Воскресенского иногда встречались в литературе<sup>8</sup>.

Сохранились интересные свидетельства о лекциях А. А. Воскресенского, прочитанных им в начале 60-х годов. Видный историк химии Б. Н. Меншуткин подчеркивает, что «Воскресенский читал очень обстоятельный курс, в некоторых отношениях гораздо подробнее читаемых ныне по неорганической химии курсов: очень основательно описаны даже соединения таких элементов, как вольфрам, ванадий, осмий, иридий»<sup>9</sup>. Такой вывод Б. Н. Меншуткин сделал на основании ознакомления с записями лекций А. А. Воскресенского в 1859—1860 гг., которые сохранились в бумагах его отца, известного русского химика Н. А. Меншуткина.

Такую же точку зрения высказывает

в воспоминаниях А. А. Иностранцев<sup>10</sup> и один из воспитанников Института инженеров железнодорожного транспорта<sup>11</sup>, который писал, что «основы неорганической химии, необходимые в жизни и на службе, вкормены были в воспитанниках в достаточной мере».

Хорошо были поставлены и опыты на лекциях. Лаборантом А. А. Воскресенского был талантливый химик Г. А. Шмидт<sup>12</sup>.

Большое число учеников у А. А. Воскресенского объясняется не только их интересом к химии, но и стремлением учителя привлечь молодежь к науке.

Воспитание самостоятельных навыков у студентов — важнейшая черта педагогического метода А. А. Воскресенского. Вот как описывал начало своей научной работы один из его учеников, будущий известный геолог А. А. Иностранцев: «Кажется, месяца через три после поступления моего в университет (1863 г. — А. М.) однажды проф. А. А. Воскресенский после своей лекции стал с нами беседовать, что он любил иногда делать; и обратился к нему с просьбой дать мне какую-нибудь работу по неорганической химии. Профессор, видимо, этой просьбой остался доволен и сказал мне, что подумает над этим и даст мне ответ после следующей лекции и записал себе в книжку мою фамилию. После следующей лекции я был вызван к профессору, который предложил мне, ввиду начавшегося в то время вхождения в моду алюминия, заняться способом добычи его сухим путем и что эту работу надо вести при очень высокой температуре в горне. Наша химическая лаборатория в то время помещалась в самом нижнем этаже университета, и для горна была отведена небольшая комната»<sup>13</sup>.

Поразительна по объему работа, которую провел Д. И. Менделеев в 1853—1854 гг. в лаборатории А. А. Воскресенского. Сначала он занимается приготовлением перекиси водорода, затем анализом «галванической жидкости», полученной из другой лаборатории, наконец, проводит синтез ряда соединений хрома,

анализирует колчедан из каменного угля и минералы, переданные на исследование проф. С. С. Кутургой<sup>14</sup>.

«Все в лаборатории было открыто для слушателей, — вспоминал Д. И. Менделеев, — а он (А. А. Воскресенский. — А. М.) нас втягивал в труд, настаивая на выполнении самостоятельных тем»<sup>15</sup>.

Несмотря на ограниченность средств и недостаток помещения, число работ, выполненных студентами в 50—60-е годы в лаборатории университета, было исключительно велико. Соответственно увеличилось число кандидатских диссертаций, подаваемых студентами по окончании<sup>16</sup>. Темы этих диссертаций охватывают все области химии, что, несомненно, связано с широкими интересами профессора. Здесь и изложение работ Жерара (И. И. Тютчев, 1856<sup>17</sup>), Лорана (Д. Аверкиев, 1860<sup>18</sup>), Кекуле (Г. Г. Густавсон, 1865<sup>19</sup>), В. Ю. Рихтер, 1867<sup>20</sup>), Либиха и других и описание различных технологических процессов, например, получения прирды на Санкт-Петербургском монетном дворе (М. Козницкий, 1844<sup>21</sup>), приготовление заводского и химически чистого поташа и едкого щелочи (Май-Маевский, 1849<sup>22</sup>), рассмотрение вопроса о твердении гидравлического цемента (Э. Ф. Радлов, 1852<sup>23</sup>), обжиг известня на р. Тосне (Тимаев, 1852<sup>24</sup>), о продуктах сухой перегонки (А. Вериге, 1860<sup>25</sup>), об употреблении хлора при белили (Ф. Р. Вреден, 1863<sup>26</sup>). Ряд диссертаций посвящен вопросам применения химии в сельском хозяйстве.

Некоторые работы были тесно связаны с идеями, которые развивал А. А. Воскресенский. Это в первую очередь относится к изучению изоморфизма и реакций замещения, о которых он писал: «Теория замещения в органической химии соответствует теории изоморфизма в неорганической. Можно надеяться, что со временем их можно будет представить под одним общим выражением и вывести из одного общего начала»<sup>27</sup>. Как известно, Д. И. Мен-

делеев по окончании Главного педагогического института представил диссертацию об изоморфизме и в дальнейшем уделял этому вопросу постоянное внимание. Интересно, что в том же 1855 г. работа на ту же тему была поставлена и в университете (О. Гюббенет<sup>28</sup>).

Изучением реакций замещения занимались Н. А. Меншуткин (имиды уксусной кислоты, 1862 г.<sup>29</sup>), О. де Моисфор<sup>30</sup> (1866) и др. В работе последнего «Об аммиачных производных спиртов»<sup>31</sup> подчеркивается, что все эти соединения, полученные по схеме  $nRNO - mNH_3 - nH_2O$ , будут представлять глубочайшую аналогию. Различие в химических, физических и физиологических свойствах кроется в их строении (потому одни являются основаниями, другие — кислотами и т. д.). Однако если вместо азота будут включены другие «трехатомные элементы N, P, As, Sb, Bi», то получатся соединения, представляющие «различные химические отношения, что ясно зависит от химической индивидуальности такого элемента».

Методом аналогии или сравнения широко пользовался в дальнейшем Д. И. Менделеев.

А. А. Воскресенский и его ученики постоянно участвовали в разрешении важнейших теоретических вопросов химии. В 50—60-х годах они приняли активное участие в развитии и пропаганде атомно-молекулярного учения в России (А. А. Воскресенский, Д. И. Менделеев, Н. Н. Соколов).

Для истории развития неорганической химии и, в частности, разработки ряда идей, связанных с периодическим законом, большой интерес представляют исследования различных элементов (Pb, Fe, Al, Zn, Ir, Cr, Co, Ni, Tl, Be, Pt, O, S и др.). Тогда были получены важные результаты и выводы.

В работе Девнена<sup>32</sup>, который исследовал различные соединения бериллия, рассматриваются аргументы в пользу принятия формулы  $Be_2O_3$  или  $BeO$ , поскольку атом-

<sup>14</sup> Р. Б. Д о б р о т и н. Ранний период научной деятельности Д. И. Менделеева как этап на пути к открытию периодического закона...

<sup>15</sup> Там же, стр. 41—42.

<sup>16</sup> Большинство этих диссертаций хранится в Государственном историческом архиве Ленинградской области (ГИАЛО).

<sup>17</sup> ГИАЛО, ф. 14, оп. 10, № 162.

<sup>18</sup> Там же, оп. 11, № 1.

<sup>19</sup> Там же, № 403.

<sup>20</sup> Там же, оп. 1, 14790.

<sup>21</sup> Там же, оп. 9, № 48.

<sup>22</sup> Там же, № 99.

<sup>23</sup> Там же, оп. 10, № 56.

<sup>24</sup> Там же, № 82.

<sup>25</sup> Там же, оп. 11, № 21.

<sup>26</sup> Там же, № 322.

<sup>27</sup> А. А. Воскресенский. Рассуждение о химии кислоты. СПб., 1839, стр. 47.

<sup>28</sup> ГИАЛО, ф. 14, оп. 14, № 50.

<sup>29</sup> Там же, оп. 11, № 264.

<sup>30</sup> Отзыв на эту работу написан А. А. Воскресенским совместно с Д. И. Менделеевым.

<sup>31</sup> ГИАЛО, ф. 14, оп. 11, № 108.

<sup>32</sup> ГИАЛО, ф. 14, оп. 14, № 65.

<sup>4</sup> НАМ ЛГУ, II-A-12-2-1.

<sup>5</sup> НАМ ЛГУ, I-B-29-1-2.

<sup>6</sup> Д. И. Менделеев. Сочинения, т. 15, стр. 624.

<sup>7</sup> Там же.

<sup>8</sup> К. А. Тимирязев. Сочинения, т. VIII. М., Сельхозгиз, 1939, стр. 149; Д. Аверкиев. «Эпоха», СПб., 1864, № 1—2, стр. 325.

<sup>9</sup> Б. Н. Меншуткин. Жизнь и деятельность Николая Александровича Меншуткина. СПб., 1908, стр. 6.

<sup>10</sup> Музей истории Ленинградского университета. Воспоминания А. А. Иностранцева. Пг., 1919, л. 67, 72.

<sup>11</sup> А. В. Д. Из воспоминаний о 50-летнем юбилее Института корпуса инженеров путей сообщения. СПб., 1910, стр. 46.

<sup>12</sup> В. В. Козлов. Очерки истории химических обществ в СССР. М., Изд-во АН СССР, 1958, стр. 186.

<sup>13</sup> Музей истории Ленинградского университета..., л. 67.

ный вес этого элемента не был тогда твердо установлен.

В работе А. Беренфельда (1864)<sup>33</sup>, заслужившей высокий отзыв Д. И. Менделеева, сравнивается галлий со щелочными металлами. В работе Д. А. Лачинова (1864)<sup>34</sup> изучается диффузия соединений при растворении твердых тел и указывается на необходимость развития физической химии. Э. Бострем<sup>35</sup> определил в 1860 г. пай сурьмы.

Постепенно в некоторых работах все чаще появляются мысли о необходимости классификации химических элементов. Так, в работе А. Беренфельда указывается, что серьезное значение имеет изучение редких элементов: «...они все более и более пополнили пробелы между известными... телами природы и помогают составить из этих тел непрерывный ряд, в котором всякий элемент имел бы свое определенное место»<sup>36</sup>.

Особенно интересна в этом отношении диссертация Н. Альшевского (1865)<sup>37</sup>, который писал: «В последнее время при громадном обилии материалов в химии все более и более пробивается стремление систематизировать, группировать выработанные факты. Современные химики пришли к заключению, что многие химические элементы, весьма различные по своим наружным физическим свойствам, в своих химических функциях очень сходны, даже тождественны между собою»<sup>38</sup>.

«Если ...естественные группы устанавливаются в неорганической химии для всех, пока еще разрозненных, химически неделимых тел, тогда изучение реакций этих облегчается в высшей степени, а с тем вместе представляется возможность сделать те выводы, установить такие законы, которые до сих пор были уделом только одной органической химии»<sup>39</sup>.

Сам автор провел сравнение некоторых свойств на основе положения элементов в их естественных группах.

Таким образом, в результате проделанной в лаборатории А. А. Воскресенского работы, получен не только большой экспериментальный материал, но также и намечены пути решения ряда вопросов по неорганической и органической химии. Идея о необходимости применения метода аналогии нашли развитие в работах Д. И. Менделеева и Н. А. Меншуткина.

Если учесть также, что из школы А. А. Воскресенского вышли такие известные русские химики, как Д. И. Менделеев, П. И. Бекетов, Н. А. Меншуткин, П. А. Ильенков, М. В. Скобликов, Н. И. Соколов, П. И. Алексеев, А. Р. Шуляченко, Д. А. Лачинов, Н. К. Яцукевич, Н. П. Лауров, П. П. Тютчев, Э. Ф. Радлов, Ф. Р. Вреден, В. Савич, и многие другие, то станет еще более очевидным вклад А. А. Воскресенского в русскую науку и высшее химическое образование.

Русские ученые всегда с благодарностью вспоминали неоценимые заслуги А. А. Воскресенского, его постоянную готовность помогать молодым исследователям. Об этом писал Д. И. Менделеев в своих дневниках<sup>40</sup> и П. П. Алексеев в письме к Д. И. Менделееву: «...Вы видели лично пример тому, как он поддерживал в молодежи стремление к науке и как затем он готов был все сделать для тех, кто занимался. Во всех наших нуждах мы смело могли обращаться к Ал. Аб. Воскресенскому, зная, что никогда не встретим отказа»<sup>41</sup>.

Отмечая выдающиеся работы ученого в развитии отечественной химической науки, Русское физико-химическое общество учредило специальную премию в честь А. А. Воскресенского. Заслуги А. А. Воскресенского позволяют назвать его «душшой русских химиков».

А. А. Макаренко  
(Ленинград)

<sup>33</sup> ГИАЛО, оп. 11, № 383.

<sup>34</sup> Там же, № 407.

<sup>35</sup> Там же, № 11.

<sup>36</sup> Там же, № 383, л. 2 об.

<sup>37</sup> Там же, № 401.

<sup>38</sup> Там же, л. 1.

<sup>39</sup> Там же, л. 4 об.

<sup>40</sup> «Научное наследство», т. 1. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948.

<sup>41</sup> НАМ ЛГУ, 2 альбом писем, документ 25.

## К 100-летию СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ А. А. ЯКОВКИНА

Александр Александрович Яковкин<sup>1</sup> мой был псаломщиком при Верхиньевской церкви Соликамского уезда. Первоначальное образование я получил в Соликамском

<sup>1</sup> Кроме работ А. А. Яковкина и архивных материалов, в статье использована следующая литература: Н. Курнаков, Д. Коновалов, В. Ипатьев. Записка об ученых трудах профессора А. А. Яковкина. «Изв. Российской Академии наук», VI серия, 1925, т. 19, № 18, стр. 871—875; Н. С. Лилеев, М. С. Платонов. Александр Алек-

сандрович Яковкин (некролог). «Журн. прикладной химии», 1937, т. 10, № 6, стр. 965—969; А. Е. Пойрайт-Кониц. А. А. Яковкин. «Журн. общей химии», 1937, т. 7, № 15, стр. 2039—2043; А. А. Яковкин (1860—1936). Некролог. «Труды Ленингр. химико-техн. ин-та», 1938, вып. 6, стр. 97—107; П. И. Старосельский. Жизнь и творчество А. А. Яковкина. «Успехи химии», 1952, т. 21, вып. 3, стр. 351—359.

В этот период химию в университете преподавал В. В. Марковников, а физику А. Г. Столетов. 24 ноября 1884 г.<sup>4</sup> А. А. Яковкин получил степень кандидата. В качестве кандидатского сочинения он представил работу «Октонафтен и его Производные», которая была доложена В. В. Марковниковым в Обществе Любителей естествознания<sup>5</sup>.

В. В. Марковников предлагал А. А. Яковкину в качестве своего ассистента; однако как политически «неблагонадежный», А. А. Яковкин не был допущен на государственную службу. Поэтому в 1884 г. ему пришлось поступить на сигнальную фабрику в г. Шуя Владимирской губернии в качестве химика. Лишь в 1890 г. А. А. Яковкину удалось вернуться в Московский университет: 20 марта он был утвержден сверхштатным лаборантом при лаборатории органической и аналитической химии, руководимой В. В. Марковниковым. Тогда же А. А. Яковкин начал работать над магистерской диссертацией; в 1891 г. он сдал магистерские экзамены, а 16 декабря 1895 г. защитил диссертацию.

В 1892 г. А. А. Яковкин был принят в число приват-доцентов Московского университета для преподавания химии<sup>6</sup>. Он читал специальный курс химии органических красителей. В 1896 г. А. А. Яковкина назначают адъюнкт-профессором кафедры химии С.-Петербургского технологического института, а в 1899 г., после защиты докторской диссертации, ординарным профессором этого института.

С 1903 г. А. А. Яковкин — бессменный председатель Комиссии по выпуску инженеров на химическом факультете (впоследствии Государственная квалификационная комиссия). С 1913 г. и до конца жизни А. А. Яковкин был деканом сначала химического, затем общетехнического факультета. Кроме того, А. А. Яковкин чи-

тал лекции по химии на Высших женских курсах, а также (в течение нескольких лет) в Ленинградском университете.

На протяжении всей жизни А. А. Яковкин вел большую организационную работу. В Москве по предложению Общества содействия улучшению и развитию мануфактурной промышленности он организовал и возглавил лабораторию Общества, придав ей научно-исследовательский характер, и выполнил здесь ряд работ<sup>7</sup>.

В 1901—1903 гг. А. А. Яковкин был сотрудником Д. И. Менделеева, участвовал в пересмотре таможенного тарифа, а в 1914—1916 гг. стал председателем химической секции комиссии по новому пересмотру таможенного тарифа. Как последователь Д. И. Менделеева, А. А. Яковкин был сторонником развития промышленности путем протекционистской таможенной политики.

С 1901 г. А. А. Яковкин состоял экспертом по делам изобретений при Министерстве финансов, а с 1903 г. — экспертом и позже председателем химического отдела Комитета по техническим делам (в годы советской власти Комитет по делам изобретений при Совете Труда и Оборона).

В годы первой мировой войны А. А. Яковкин руководил работами Химического комитета при Главном артиллерийском управлении; он участвовал также в работе Военно-химического комитета при Русском физико-химическом обществе и был одним из организаторов и членом правления Опытного завода этого комитета. В первые годы советской власти А. А. Яковкин принял деятельное участие в организации Института прикладной химии; с 1924 г. он был заместителем директора по научной части. Впоследствии А. А. Яковкин был назначен членом Комитета по химизации народного хозяйства СССР.

А. А. Яковкин неоднократно избирался президентом Русского физико-химического общества (в 1912, 1914, 1915, 1917—1920) и председателем отделения химии (в 1912, 1913, 1915—1920 и 1931). В тяжелые 1921—1922 гг. А. А. Яковкин был одним из деятельных членов президиума оргкомитета по созыву III Менделеевского съезда; он вошел также в состав редакционной комиссии съезда, а затем участвовал в под-

<sup>2</sup> А. А. Яковкин. Автобиография. ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 150, № 820, л. 69—69 об.

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Формулярный список А. А. Яковкина. ГИАЛО, ф. 14, оп. 1, № 10045, л. 10—17.

<sup>5</sup> ЖРХО, 1884, т. 16, отд. II, стр. 293.

<sup>6</sup> ЦГИАЛ, ф. 733, оп. 150, № 820, л. 68.

<sup>7</sup> А. А. Яковкин. О способах определения достоинства нидго. «Изв. Об-ва для содействия мануфактурной промышленности», 1892, т. 1, ст. 8, стр. 1—60; его же. «К вопросу о загрязнении Москвы-реки». Там же, 1892, т. II, ст. 1, стр. 1—21; его же. Результат очистки фабричных сточных вод по способу Mather и Platt. Там же, 1895, т. III, ст. 8, стр. 1—8.

готовке и проведении следующих Менделеевских съездов<sup>8</sup>. В 30-е годы А. А. Яковкин был редактором отдела общей химии журнала «Природа».

За высокие научные и общественные заслуги А. А. Яковкин был избран членом-корреспондентом АН СССР (1925), ему присудили почетное звание заслуженного деятеля науки РСФСР и он был награжден орденом Трудового Красного знамени (1928).

Главные исследования А. А. Яковкина в области химии посвящены вопросам распределения вещества между двумя растворителями (магистерская диссертация<sup>9</sup>), гидролизу хлора и брома (докторская диссертация<sup>10</sup>) и теории растворов<sup>11</sup>.

Вклад А. А. Яковкина в развитие учения о растворах уже освещен<sup>12</sup>. Следует особо подчеркнуть роль работ А. А. Яковкина, в первую очередь его монографии «О гидролизе хлора» в утверждении теории электролитической диссоциации в России.

После многочисленных опытов А. А. Яковкин пришел к следующему важному выводу: «Поставленные мной опыты гидролиза (хлора) во всех случаях подтверждают теорию электролитической диссоциации... Едва ли можно сомневаться, что основаннее будущей теории послужит химическое взаимодействие растворенного тела с растворителем, а следствием ее — явление электролитической диссоциации»<sup>13</sup>.

Во время защиты диссертации «О гидролизе хлора» в Московском университете И. А. Каблуков, выступавший в качестве официального оппонента, говорил: «Руководимые теорией электролитической диссоциации, Вы прекрасно разобрались в таком сложном вопросе, каким является вопрос о том, что такое раствор хлора в воде»<sup>14</sup>.

<sup>8</sup> «Труды III Менделеевского съезда». Пг., 1923, стр. 7 и 8; «Труды IV Менделеевского съезда». Л., 1925, стр. 4; «Труды Юбилейного Менделеевского съезда», М.—Л., 1937, т. II, стр. 463. К Юбилейному (VII) Менделеевскому съезду А. А. Яковкин подготовил доклад «Взгляды Д. И. Менделеева на развитие химической промышленности в России» (см. «Юбилейный Менделеевский съезд. Информационный бюллетень Оргкомитета съезда», вып. 1. Л., 1934, стр. 6), однако доклад этот не был прочитан и текст его остался неизвестным.

<sup>9</sup> А. А. Яковкин. Распределение веществ между двумя растворителями в применении к изучению явлений химической статистики, М., 1895. (Эта работа удостоена премии Московского общества любителей естественного знания, антропологии и этнографии).

<sup>10</sup> А. А. Яковкин. О гидролизе хлора. СПб., 1898.

<sup>11</sup> А. А. Яковкин. Осмотическое давление с точки зрения химической теории растворов. ЖРХО, 1895, т. 27, стр. 3—16; Опыт теории растворов. «Изв. СПб., технол. ин-та», 1911, т. 20.

<sup>12</sup> Ю. П. Соловьев. История учения о растворах. М., Изд-во АН СССР, 1959, стр. 224—229, 280—291, 306—307, 382—383, 413—414.

<sup>13</sup> А. А. Яковкин. О гидролизе хлора. СПб., 1898, стр. 135—136.

<sup>14</sup> Архив АН СССР, ф. 474, оп. 1, № 21.

<sup>15</sup> А. А. Яковкин. О диссоциации хлора в водном растворе. ЖРХО, 1897, т. 29, вып. 2, стр. 139—141 (протоколы). Интересно отметить, что попытка выяснить характер взаимодействий, вызывающих отклонения от теории Аррениуса, сделана А. А. Яковкиным еще в 1890 г. (К гипотезе Вильямсона и Клаузуса. ЖРХО, 1891, т. 23, отд. II, вып. I, стр. 1).

<sup>16</sup> ЖРХО, 1899, т. 31, вып. 1, стр. 5 (протоколы).

Будучи одним из сторонников теории электролитической диссоциации в России, А. А. Яковкин вместе с тем представлял тесную связь этой теории с учением Д. И. Менделеева о растворах и неоднократно говорил о необходимости объединения этих неправильно противопоставлявшихся одна другой точек зрения. Так, в протоколе сообщения А. А. Яковкина в Русском физико-химическом обществе от 6 февраля 1897 г. говорится:

«В заключение автор указал, что вопреки общераспространенному мнению, он не видит противоречия между теорией электролитической диссоциации и химическими воззрениями на природу растворов; без сомнения, в основе электролитических явлений лежит химическое взаимодействие растворенного вещества с растворителем, но более глубокое, чем обычная гидратация (проявляющаяся, по данным автора, нормальное осмотическое давление и нормальное распределение); закон этого взаимодействия пока остается нам неизвестным, почему мы и относимся к самому явлению скептически»<sup>15</sup>.

Несколько позже, прелемирую с Д. П. Коноваловым, противопоставлявшим теорию Аррениуса гидратной теории, А. А. Яковкин говорил: «Задача нашего времени состоит в примирении этих теорий, а не в разъединении их»<sup>16</sup>.

До настоящего времени не отмечено, что А. А. Яковкин является одним из первых исследователей в области химической термодинамики в России. Интерес к этой области у него сказался уже в 1892 г. и выборе темы вступительной лекции «О химическом равновесии разнородных фаз», которую А. А. Яковкин должен был прочитать в качестве приват-доцента. Вопрос этот являлся главным в работе А. А. Яковкина о распределении вещества между двумя растворителями. К его изу-

чению автор подходил прежде всего с позиции правила фаз<sup>17</sup>.

Замечательно, что именно А. А. Яковкин был первым русским ученым, применившим правило фаз в своей исследовательской работе; на этом основании А. А. Яковкин рассмотрел, в частности, вопрос о состоянии красителя, поглощенного тканью, охарактеризовав (для простейших случаев) это состояние, как состояние твердого раствора<sup>18</sup>.

«Закон фаз дает нам путеводную нить, позволяющую разобраться в самых сложных случаях равновесия», — писал А. А. Яковкин в статье «Задачи физической химии»; в этой статье он дал одно из первых в отечественной литературе изложений правила фаз.

Не менее важное значение А. А. Яковкин придавал закону действия масс. «Изучение равновесий только с точки зрения закона фаз является недостаточным, так как законы состояния веществ в отдельных фазах не вытекают»<sup>19</sup>. Решению этой последней задачи и помогает закон действия масс. Именно используя закон действия масс, А. А. Яковкин объясняет установленные им явления зависимости коэффициента распределения от концентрации. Важнейший вывод А. А. Яковкина о сиранительности теории электролитической диссоциации основывается на применении закона действия масс к гидролизу хлора. Наконец, на использовании этого закона применительно к равновесиям ассоциации и диссоциации основаны и работы А. А. Яковкина в области теории растворов. Правило фаз и закон действия масс принадлежат к числу фундаментальных положений химической термодинамики; таким образом, как подчеркивает А. А. Яковкин, «область применения термодинамики к химии является почти безграничной»<sup>20</sup>.

Упомянутые работы А. А. Яковкина представляют единый комплекс физико-химических исследований в области учения о растворах и химической термодинамики, т. е. они охватывают почти все ос-

новные проблемы, которыми занималась физическая химия конца XIX и начала XX в.

Приверженность А. А. Яковкина к физико-химической проблематике ярко проявилась в его педагогической деятельности. С 1897 г. он вел в С.-Петербургском технологическом институте курсы физической химии и электрохимии<sup>21</sup>. Сохранились литографированные записки курса А. А. Яковкина<sup>22</sup>, свидетельствующие об их высоком научном уровне; особенно для них характерно широкое использование термодинамики<sup>23</sup>.

Забываясь о развитии физико-химического образования в России, А. А. Яковкин выступил инициатором перевода на русский язык учебника Рейхлера «Физико-химическая теория»; этот перевод вышел под редакцией А. А. Яковкина в 1903 г.<sup>24</sup> В собственном руководстве по общей химии<sup>25</sup> он также уделяет особое внимание физико-химическим вопросам.

Физико-химическая направленность, глубокое понимание значения физической химии для химической промышленности характерны для работ А. А. Яковкина и области прикладной химии.

«Физико-химические и электрохимические процессы в последнее время приобретают все большее и большее значение в химической промышленности и обществу, непродолжительным временем коренным образом изменит весь характер ее»<sup>26</sup>, — писал он.

Расцвет деятельности А. А. Яковкина в области прикладной химии относится к годам, когда создание химической промышленности было одной из важнейших задач молодой Советской республики. Наибольшее значение имеют работы А. А. Яковкина по обезвреживанию мраморита, по синтезу цианидов и по разработке способов промышленного получения алюминия.

А. А. Яковкин придавал большое значение проблеме использования химических богатств Карабугаза. Еще в 1903 г.

<sup>17</sup> А. А. Яковкин. Распределение веществ между двумя растворителями..., стр. 2.

<sup>18</sup> А. А. Яковкин. Распределение веществ между двумя растворителями..., стр. 66—71; Применение метода распределения к изучению твердых растворов. ЖРХО, 1895, т. 27, отд. II, стр. 2; Задачи физической химии. «Изв. СПб. технол. ин-та», 1901, т. 14, стр. 37.

<sup>19</sup> А. А. Яковкин. Задачи физической химии..., стр. 38.

<sup>20</sup> Там же, стр. 34.

<sup>21</sup> А. А. Яковкин. Краткий исторический очерк деятельности химической лаборатории Технологического института Императора Николая I. «Изв. СПб. технол. ин-та», 1901, т. 41, стр. 6.

<sup>22</sup> ГИАЛО, ф. 492, оп. 2, № 7930, л. 3 об. См. также В. Я. Курбатов. История кафедры физической химии Ленинградского технологического института им. Лепсоева. Архив АН СССР, ф. 858, оп. 1, № 561, л. 13—16.

<sup>23</sup> «Физическая химия», т. I. Динамика химических процессов. Конспект к лекциям А. А. Яковкина. Литография Н. С. Егорова, СПб., 1903.

<sup>24</sup> А. Рейхлер. Физико-химическая теория. СПб., 1903.

<sup>25</sup> А. А. Яковкин. Основные законы и понятия химии. СПб., 1907; изд. 2, Пг., 1923.

<sup>26</sup> А. А. Яковкин. Докладная записка в Учебный комитет. СПб. технол. ин-та от 22 сентября 1903 г. ГИАЛО, ф. 492, оп. 2, № 7930, л. 3—3 об.

он писал: «Можно ожидать, что в недалеком будущем благодаря разработке залежей глауберовой соли на берегах Каспийского моря образуется центр химической промышленности, так что дикий в настоящее время страна превратится в одну из культурных местностей России»<sup>27</sup>. В связи с разрешением проблем промышленного освоения запасов сульфата натрия Карабугаза А. А. Яковкин и провел работы по обезвоживанию мирабилита ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ )<sup>28</sup>. Он предложил способ, состоящий в извлечении воды из мирабилита летучими растворителями (метиловым или этиловым спиртами; позже был использован также аммиак). Работа была основана на внимательном анализе данных о растворимости сульфата натрия в спиртовых смесях и термодинамических данных; она представляет прекрасный образец применения физической химии к химической технологии.

В 20-х годах в Советском Союзе решалась сложная и трудная проблема организации алюминиевого производства<sup>29</sup>. Наиболее разведанным и реальным из всех видов глиноземсодержащего сырья в СССР (глины, алуины и др.) были тихвинские бокситы. Однако от бокситов зарубежных месторождений они отличались высоким содержанием кремнезема, что исключало возможность переработки их на глинозем применявшимися за границей способами.

В 1924 г. в Государственном институте прикладной химии (ГИПХ) А. А. Яковкин и Н. С. Лилеев установили, что наиболее рациональным является способ спекания тихвинских бокситов с содой и известником, а также определяли оптималь-

ный состав боксито-содово-известняковой шихты и оптимальные условия ее спекания, обеспечивающие максимальное извлечение глинозема.

В результате работ, выполненных в 1928 г. на опытном заводе ГИПХ под руководством А. А. Яковкина, определены технико-экономические показатели для проектирования первого алюминиевого завода — Волховского, глиноземный цех которого в 1932 г. пущен по способу А. А. Яковкина.

Многостороннюю научную деятельность А. А. Яковкина характеризуют прежде всего тесное сочетание теории и практики и широкое использование всего арсенала методов физической химии. Главные теоретические труды А. А. Яковкина, его магистерская и докторская диссертации основаны на идеях физической химии; в них показано преимущество современных физико-химических методов для проникновения в сущность превращений вещества. Вместе с тем, эти работы возникли из анализа проблем мануфактурной промышленности — выработки условий крашения (распределение краски между раствором и тканью) и условий отбелки тканей хлором. Работы А. А. Яковкина, имеющие «чисто технологическое» значение, представляют экспериментальную разработку выводов теории, примененной к той или иной практической задаче.

Эти особенности характеризуют А. А. Яковкина как передового деятеля отечественной науки, как химика, воплощавшего черты ученого нового времени.

Ю. П. Соловьев, А. Я. Кипине  
(Ленинград)

<sup>27</sup> А. А. Яковкин. Беседы по химии. СПб., 1903 (приложение к журналу «Русский начальный учитель», 1903, т. 24, стр. 125; см. также № 1—3, 5, 8, 9, 11—12).

<sup>28</sup> А. А. Яковкин и Н. С. Лилеев. Об обезвоживании глауберовой соли. «Изв. Росс. ин-та прикладной химии», 1923, т. 1, вып. 2, стр. 7—18.

<sup>29</sup> См. А. П. Курдюмов. К вопросам создания в России алюминиевого производства. «Труды Ин-та прикладной минералогии и петрографии» М., 1923, вып. 6); А. А. Яковкин. Полстолетия промышленного производства алюминия. «Природа», 1936, № 4, стр. 112—115.

## К 25-летию СО ДНЯ СМЕРТИ В. А. ВАГНЕРА — ОСНОВОПОЛОЖНИКА ЗООПСИХОЛОГИИ В РОССИИ

В 1959 г. исполнилось 25 лет со дня смерти крупного ученого, педагога и общественного деятеля, Владимира Александровича Вагнера.

В. А. Вагнер родился 17 марта 1849 г. в семье помещика Тульской губернии. Он окончил юридический и естественный факультеты Московского университета. Затем некоторое время работал по зоологии в Московском обществе любителей естествознания под руководством профессора А. П. Богданова. Однако В. А. Вагнер скоро разошелся со своим руководителем

и выбрал свой путь, который отличался от сравнительно-анатомического и морфологического направления, процветавшего тогда в науке.

В. А. Вагнер занялся зоопсихологией — областью науки, которой в то время даже пренебрегали и которая как особая биологическая дисциплина не существовала.

И здесь В. А. Вагнер явился новатором. Психическую жизнь животных трактовали антропоморфически, например, находили в действиях пчелы «стойкий ум и расчет», толковали о «родительской само-

отверженной любви» у птиц, «злости и жестокости змей», «общественных доблестях, примерном трудолюбии муравьев» и т. д., словом уподобляли их жизненные проявления человеческим. В. А. Вагнер выяснил, что в психологии животных главную роль играют не разумные способности, как у человека, а инстинкты. Свой метод изучения В. А. Вагнер назвал *объективным биологическим методом*. В прежние времена, по словам ученого, для решения относящихся сюда вопросов исходили от человека к животному, применяя *субъективный*, или антропоцентрический метод, и приписывали животным свойства и способности человека, что приводило к ошибочным выводам. Объективный метод в биологии исходит не от человека, а к человеку. Ученый, который пользуется объективным биологическим методом, не ставит психологию человека во главу угла. По этому методу основой деятельности животных следует считать рефлексы как низшую допсихическую деятельность и инстинкты как такие психические акты, которые являются врожденными и бессознательными способностями и которые лишь ошибочно принимают за ум. Разумные способности свойственны лишь человеку и только в зачаточной форме могут проявляться у высших животных. Эти способности в отличие от инстинктов не являются врожденными, но приобретаются и совершенствуются при помощи упражнения.

Этот взгляд на психику животных был новым и многими оспаривался. В. А. Вагнер изучал происхождение инстинктов, характер их проявления, сравнивал инстинкты у низших и высших животных, выявлял различия между инстинктами и разумными способностями и т. д. Отсюда он принял позднее для основанной им дисциплины второе название — *сравнительная психология*.

Выводы В. А. Вагнера построены не умозрительным путем: он основал их на своих крупных экспериментальных работах, посвященных изучению инстинктивной деятельности животных в процессе их поведения, главным образом при возведении ими различных построек, — именно эта область всегда служила предметом удивления наблюдателей (гнезда у птиц, муравейники, мушкетеры у пауков, пчелиные соты и пр.). На эту тему В. А. Вагнер опубликовал четыре капитальных труда: о строительных инстинктах у пауков (1894), о водяном пауке-серебрянке, его инстинктах и жизни (1900), о городской ласточке, ее постройках и жизни (1900) и экспериментальное исследование о жизни пчелы (1907, на немецком языке). Эти работы, выполненные с большой тщательностью и остроумием, сделали его имя широко известным, и его идеи были признаны в нашей стране и за рубежом. Свои вы-

воды он изложил в сжатой форме в небольшой работе «Биологический метод в зоопсихологии» (1902), которую защитил в качестве докторской диссертации в Петербургском университете. В более развернутом виде эти идеи изложены в капитальном трехтомном труде «Биологические основания сравнительной психологии» (т. I — 1910, т. II — 1913, т. III — выходил выпусками и остался незаконченным).

В. А. Вагнер был профессором Психоневрологического института, Ленинградского университета, Педагогического института им. Герцена; его лекции увлекали и покорили аудиторию.

Кроме работы по своей специальности, В. А. Вагнер много времени уделял общественно-педагогической деятельности. Вместе с академиком В. М. Бехтеревым он был одним из основателей в 1907 г. Психоневрологического института и числился там вице-президентом.

В. А. Вагнер возглавил открытое при его участии в 1907 г. и просуществовавшее до 1930 г. ОРЕО (Общество распространения естественнонаучного образования), которое пользовалось большим влиянием не только среди педагогов-естественников Ленинграда, но и педагогов других городов. В 1912 г. он основал вместе с Б. Е. Райковым педагогический журнал «Естествознание в школе», который также функционировал до 1930 г. В 1912 г. В. А. Вагнер принял горячее участие вместе с профессорами Л. В. Писаржевским, Л. А. Тарасевичем и Н. К. Кольцовым в организации научно-популярного естественнонаучного журнала «Природа», который и сейчас издается Академией наук СССР.

В. А. Вагнер был блестящим популяризатором научных знаний, причем темами его статей были широкие проблемы биологии; он публиковал свои статьи также и в общелитературных журналах того времени — «Русской мысли», «Русском богатстве», «Вестнике Европы» и др. Особенно мастерски доносил он до читателя трудные вопросы биоэтики: происхождение инстинктов, материнское чувство, биология смерти, чувство страха, психология толпы, прогресс и регресс в биологии, вопросы дарвинизма и т. п.

В. А. Вагнер привлекал людей широтой интеллекта, исключительной любовью к науке, живостью и талантливостью. Его влияние испытал и пишущий эти строки, которого он натолкнул на исследования в области истории естествознания, в частности привлек к изучению научного наследия совсем забытого Карла Рулье.

Владимир Александрович Вагнер умер 9 марта 1934 г., но его вклад в отечественную науку так значителен, что память о нем сохранится на многие годы.

Б. Е. Райков  
(Ленинград)

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

«Die Entfaltung der Wissenschaft». Zum Gedenken an Joachim Jungius (1587—1657). Vorträge gehalten auf der Tagung der Joachim Jungius-Gesellschaft der Wissenschaften. Hamburg, am 31. Oktober—1. November 1957 aus Anlass der 300. Wiederkehr des Todestages von Joachim Jungius. Glückstadt (1958), 159 S.

«Становление науки». Памяти Иохима Юнгия (1587—1657). Доклады, прочитанные на заседании Научного общества им. Иохима Юнгия. Гамбург. 31 октября—1 ноября 1957 г. по случаю 300-летия со дня смерти Иохима Юнгия. Глюкштадт (1958), 159 стр.

Фигура Иохима Юнгия — философа, математика, натуралиста и медика первой половины XVII в. до последнего времени оставалась в тени. Когда-то Лейбниц, а позднее Гете давали самую высокую оценку трудам этого ученого. В последние десятилетия прошлого века его атомистическим представлениям уделяли серьезное внимание Э. Вольвилль и К. Лассвиц. Интересные материалы содержит частично опубликованная в 60-х годах XVIII в. переписка Юнгия, однако до сих пор остаются неопубликованными около 8000 листов его архива. О многом мы вовсе не можем судить, так как пожар 1691 г. уничтожил значительное число рукописей, которые в свое время имел возможность изучать Лейбниц. При жизни Юнгия были изданы только два его учебных пособия — по логике и геометрии. После его смерти ученики издали некоторые конспекты его лекций с примечаниями. В 1928 г. Гамбургский университет предполагал начать критическое издание всех трудов Юнгия, но дело ограничилось напечатанием его интересной академической речи «О достоинстве, превосходстве и пользе математики». В 1947 г. в Гамбурге создано Научное общество им. Иохима Юнгия; в 1957 г. издано его произведение «Гамбургская логика».

Научная деятельность Юнгия, получившего в 1618 г. степень доктора в Падуанском университете, протекла в Гиссене, Ростоке и Гамбурге. В 1622 г. он основал в Ростоке «Общество исследований» (Societas erennetica или Societas zetetica) — одно из ранних обществ такого рода, поставившего целью исследовать истину путем разума и опыта. Девиз Общества гласил

«Per inductionem et experientiam omnia» («Все — посредством индукции и опыта»).

Доклады, помещенные в рецензируемом сборнике, освещают различные аспекты творческой деятельности Юнгия на широком фоне прогрессивного движения европейской науки XVII в. Упомянем сначала доклады, выходящие за рамки истории естествознания: об Англии и философии его времени (доклад Р. В. Майера, издателя уже упоминавшейся «Гамбургской логики»), о реформаторских течениях XVII в. в области науки и педагогики (доклад В. Флитнера), о теологических спорах в Гамбурге в начале XVII в. (доклад К. Д. Шмидта, иллюстрирующий свободомыслие Юнгия), о социальной и бытовой истории Гамбурга времени Юнгия (доклад О. Бруннера), наконец, слабо связанный непосредственно с Юнгием доклад К. Бауха о европейском искусстве XVI—XVII вв.

Деятельности Юнгия-ученого посвящены три сообщения: о нем как о математике (автор К. Фогель), как ботанике (автор В. Мевиге) и как химике (автор Хоойкаас). В первом из этих докладов ярко обрисовано общее развитие математики в Европе в XVI—XVII вв. и отмечены неизученные периоды в биографии Юнгия-математика. В ботанике особые заслуги Юнгия относятся к области морфологии и систематики. Здесь особенно сильно сказались те черты, которые отличали этого ученого в его трудах по логике и методологии. В прямой связи с работами Юнгия находится исследование английской систематики Джона Рея (1627—1705); с трудами Юнгия был знаком и К. Линней. Однако едва ли не наиболее интересны суждения Юнгия в области химии, где он в соответ-

ствии с общими тенденциями времени пытался возродить некоторые идеи древних атомистов, основывая учение о химических процессах на понятии «синкрисиса» (сочетания), «диакрисиса» (разъединения) и «метасинкрисиса» (перегрунтовки или обмена) атомов. Ученый отвергал априорные учения о четырех элементах (огне, воздухе, воде и земле) и трех началах (сера, ртуть, соль). Его учение об элементах предвосхитило позднейшие идеи Бойля. По его мнению, неразложимые элементы можно определить «не путем предположений, а только посредством добросовестного, досконального и прилежнейшего наблюдения». Однако и в этом случае,

добавлял он, нельзя спешить с выводами и утверждать, что простым является все то, что до сих пор не удалось разложить. К простым телам Юнгий был склонен причислять золото, серебро, серу, ртуть и другие, не останавливаясь перед возможным увеличением числа таких простых тел или элементов.

Упомянем о докладе, посвященном медицинскому эксперименту в XVII в. (в сущности этот доклад относится и к истории физиологии). Его автор (Н. Штеудель) снабдил текст интересными воспроизведениями иллюстраций из трудов Фабриция д'Акваненте, Гарвея, де Граафа, Борелли и др.

В. П. Зубов

E. Rosen. *Three Copernican treatises: the Commentariolus of Copernicus, the Letter against Werner, the Narratio prima of Rheticus*. Translated with introduction and notes by E. Rosen. Second edition, revised with an annotated Copernicus bibliography (1939—1958). New York, Dover Publications, 1959, 283 p.

Э. Розен. *Три коперниканских трактата: «Commentariolus» Коперника, «Письмо против Вернера» и «Первое сообщение» Ретика*. Изд. 2; пересмотренное, с аннотированной библиографией Коперника (1939—1958). Перевод с введением и примечаниями Э. Розена. Нью-Йорк, Изд-во Довер, 1959, 283 стр.

Пересмотренное и дополненное издание книги, вышедшей в 1939 г., содержит три важных документа по истории коперниканства. Первый из них «Commentariolus» — краткий очерк астрономической системы, который Коперник написал до того, как он дал согласие на печатание своего основного труда «De revolutionibus»; этот очерк не увидел света при жизни автора. Распространявшийся в рукописных копиях, он впервые издан лишь в 1878 г. Точная дата его написания неизвестна, но во всяком случае — это первый, наиболее ранний вариант коперниковой системы. Второй документ — письмо Коперника, написанное в 1524 г. против сочинения нюрнбергского математика Иоганна Вернера «О движении восьмой сферы», также представляет большой интерес с точки зрения истории эволюции взглядов Коперника. Наконец, третий документ — «Первое сообщение» Ретика — профессора математики в Виттенберге, знакомого

с Коперником и принимавшего впоследствии участие в издании его основного труда «Об обращениях небесных кругов». Последний документ впервые опубликован в 1540 г., что явилось первым печатным известием о системе великого астронома.

Введение знакомит читателя с историей указанных произведений, биографиями Коперника и Ретика, кроме того дается много полезных терминологических разъяснений. В примечаниях отмечены ошибки переводчиков и комментаторов, приведены параллельные места из цитируемых авторов и даны собственно астрономические пояснения.

Помещенная во втором издании книги библиография охватывает период до 1958 г. и частично дополняет (за 1939—1955 гг.) рецензированную ниже библиографию Г. Барановского.

В. П. Зубов

H. Baranowski. *Bibliografia Kopernikowska 1509—1955*. Warszawa, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, 1958 (Polska Akademia Nauk. Komitet Historii Nauki), 449 str.

Г. Барановский. *Библиография Коперника 1509—1955*. Варшава, Государственное научное издательство, 1958 (Польская Академия наук. Комитет истории науки), 449 стр.

В книге Г. Барановского — наиболее полной из всех существующих библиографий трудов Коперника и литературы о нем зарегистрировано 3735 (с добавленными 3992) книг и статей, сгруппированных по следующим десяти разделам:

1. Труды Коперника. 2. Библиографии библиографий. 3. Монографии и работы

общего характера, сборники. 4. Биографии. 5. Труды, посвященные исследованию научного наследия Коперника. 6. Историческое значение Коперника. 7. Коперник в художественной литературе. 8. Коперник в изобразительном искусстве. 9. Музеи, выставки и т. д. 10. Празднование юбилейных дат.

В разделах 1—3 материал расположен хронологически. В других разделах за основу, как правило, взята систематическая классификация (например, в разделе 5: Коперник-астроном, Коперник-математик и физик, Коперник-географ и т. д.). В подразделах материал обычно расположен в алфавитном порядке авторов. К книге приложены указатели произведений и писем Коперника и именной указатель.

Библиографическое описание сопровождается краткими аннотациями, допущенными недостаточное ясное или неполное заглавие. Ученым рецензии. В большинстве (особенно в отношении редких и труднодоступных изданий) даны указания на наличие экземпляров в польских библиотеках. Кроме двух-трех исключений, рукописные источники в библиографии не отражены, но литература об этих источниках указана довольно полно. Составитель учел литературу на всех европейских

языках. Книга снабжена иллюстрациями — снимками с титульных листов произведений Коперника, начиная с редкого старинного издания «О сторонах и углах треугольников» (Виттеберг, 1542) и кончая новейшим юбилейным изданием классического труда «De revolutionibus» (Варшава, 1953).

И все же приходится отметить два-три (впрочем, второстепенных) пропуска в этой весьма тщательно составленной библиографии. Описанная под номером 359 статья Ж. Вермана напечатана в русском переводе в «Заграничном вестнике» (1865, № 2, стр. 314—336); извлечение из труда Я. Снядцкого (см. № 1513) напечатал Д. М. Переводников в «Отечественных записках» (1842, т. 20, отд. 2, стр. 68—82). На основе того же труда составлена юбилейная «Заметка о Копернике» в журнале «Знание» (1872, № 9/10, стр. 195—219).

В. П. Зубов

M. Planck. *Physikalische Abhandlungen und Vorträge*. Bd. I, S. XV + 776; Bd. II, S. XI + 716; Bd. III, S. XII + 926. Braunschweig, 1958.

М. Планк. *Физические статьи и речи*. Т. I, стр. XV+776; т. II, стр. XV+716, т. III, стр. XII+926. Брауншвейг, 1958. Редакторы издания: Д. Ган, М. Ляуэ, В. Вестафль.

23 апреля 1958 г. исполнилось 100 лет со дня рождения замечательного физика-теоретика, творца квантовой теории, — Макса Планка. В ознаменование этой даты Объединение германских физических обществ и Общество содействия наукам им. М. Планка выпустило собрание оригинальных работ Планка. Первые два тома включают преимущественно вопросы теоретической физики, третий том — историко-физические и методологические работы ученого.

Работы Планка характеризуют очень важный период в истории физики и представляют интерес для истории науки в целом.

Первые две работы М. Планка — «Über den zweiten Hauptsatz der mechanischen Wärmetheorie» («Inaugural dissertation», München, 1879, 61 S.) «Gleichgewichtszustände isotroper Körper in verschiedenen Temperaturen», «Habilitationsschrift», München, 1880, 63 S. — были почти недоступны читателю. Между тем, эти работы весьма существенны для понимания эволюции его воззрений. Уже в студенческие годы М. Планк увлекался изучением трудов Р. Клаузиуса, посвященных второму началу термодинамики.

В названных работах Планка мы находим истоки его исследований по применению энтропии к необратимым процессам. Высокая оценка работ Клаузиуса, данная Планком, не помешала ему подвергнуть критике исходную формулировку Клаузиуса «тепло само по себе не переходит от более холодного к более тепловому телу». Ученый считал правильной формулиров-

ку: «никаким способом нельзя процесс теплопроводности сделать полностью обратимым».

Ряд последующих работ, касающихся применения общих положений термодинамики к вопросам испарения, плавления и сублимации, термодинамического равновесия газов, более известны и более доступны читателю. Во многих из них встречается стремление автора к историко-физическому подходу. В 1887 г. Геттингенский университет присудил Планку премию за историко-физическое сочинение «Принцип сохранения энергии».

С 1887—1888 гг. Планк написал ряд статей, три из которых объединены общим заголовком «Über das Prinzip der Vermehrung der Entropie», в которых разработаны некоторые законы протекания химических реакций, диссоциации газов, исследованы свойства разбавленных растворов. Независимо от Вант-Гоффа Планк чисто термодинамическим путем нашел закономерности осмотического давления, повышения давления пара и понижения температуры заморзания растворов. Основываясь на принципе энтропии, Планк вывел условия химического равновесия в разбавленных растворах. Современному читателю могут показаться несвязными причины конфликта между Планком и Аррениусом. Дело в том, что Аррениус осматривал возможность применения термодинамического метода к электрически заряженным частицам, что в то время еще не было выяснено.

В 1889 г. в введении к работе «Zur Theorie der Thermoelektrizität in metallischen

Leitern» Планк анализирует работы Томсона, Дюма и особенно подробно работы Кольрауша и Больцмана. В самой работе излагается созданная Планком термодинамическая теория термоэлектричества. В дальнейшем Планк обратился к вопросу излучения.

Собранные воедино статьи Планка позволяют читателю проследить, как тепловое излучение, в теории которого появляется непосредственная связь между термодинамическими и электромагнитными процессами, стало предметом его тщательных исследований и привело его к величайшему открытию квантов энергии. В конце XIX в. проблемы теплового излучения не могли быть совместимы с учением о равновесии — одной из основных идей термодинамики.

В 1891 г. в докладе, прочитанном на 64-м собрании немецких естествоиспытателей и врачей, Планк дает сжатый, блестящий исторический анализ путей, пройденных термодинамической и статистической физикой. На пороге двух веков в общем кризисе фундаментальных понятий физики огромное значение сыграла данная Планком новая постановка вопроса о прерывности и непрерывности в процессах излучения.

Эйнштейн писал, что история этого кризиса тем более замечательна, что на нее, по крайней мере в ее начальной стадии, не влияли никакие выдающиеся открытия экспериментального характера. Эта историческая оценка Эйнштейна подтверждается собранными воедино работами Планка.

На основе термодинамических представлений ранее установлено, что плотность монохроматического излучения есть универсальная функция частоты и температуры. В. Вин продвинул вопрос о виде этой функции. Наиболее важную часть исследований по окончательному раскрытию вида функции предал Планк. Планк преодолел много трудностей, чтобы найти новую формулу для излучения и поиск ее истинного принципиально нового физического смысла. Составители включили в первый том статьи Планка, отражающие его фундаментальные исследования по теории излучения (1891—1902). Мы не останавливаемся подробно на этом цикле работ Планка, поскольку он хорошо освещен в интересных работах по истории квантовой теории. Вторым том открывается статьей «Zur elektromagnetischen Theorie der Dispersion in isotropen Nichtleitern», в которой Планк, наряду с работами Гельмгольца, Лоренца, упоминает и работу русского ученого Гольдгаммера.

Во втором томе помимо работ по термодинамике, электромагнитной теории света, кинетической теории газов, теории теплового излучения, атомной физике, помещены работы по специальной теории относительности.

В 1906 г. Планк (один из первых) занял

себя обоснованием релятивистской механики. С большим интересом читатель познакомится со статьями: «Das Prinzip der Relativität und die Grundgleichungen der Mechanik», «Die Kaufmannschen Messungen der Ablenkbarkeit der  $\beta$ -Strahlen in ihrer Bedeutung für die Dynamik der Elektronen». С полным основанием в том включена статья «Theorie der stationären Strahlung in einem gleichförmig bewegten Hohlraum» von Mosengeil, исправленная и отредактированная Планком диссертация, поскольку она тесно связана с его работами по релятивистской динамике. Эти работы связаны со статьей «Die Stellung der neueren Physik zur mechanischen Naturanschauung» (1910), в которой Планк писал о значении принципа наименьшего действия как о высшем физическом законе, поскольку он содержит все четыре мировых координаты в совершенно симметричном расположении.

В 1914 г. в статье «Das Prinzip der kleinsten Wirkung» Планк писал, что не подлежит сомнению, что принцип наименьшего действия применим с большим успехом к электродинамике вакуума. Он отмечает, что наибольший успех этот принцип имеет в современной теории относительности Эйнштейна благодаря тому, что величина действия Гамильтона остается неизменной по отношению к преобразованиям Лоренца.

Существенна роль Планка в развитии атомистики. В первый период творчества ученый увлекался феноменологическим методом термодинамики и сдержанно относился к атомистике. Однако в дальнейшем он внес неоценимый вклад в атомистику. В докладе «Открытие Планка и основные философские проблемы атомной теории», прочитанном Гейзенбергом 25 апреля 1958 г. в Берлине по случаю 100-летия со дня рождения ученого, ставится вопрос, какое значение для философии могла иметь формула Планка

$$P_\nu = \frac{8\pi\nu^2}{c^3} \frac{h\nu}{e^{\frac{h\nu}{kT}} - 1}$$

Гейзенберг говорит, что «открытие Планка была вновь поставлена на дискусию проблема, которая две с половиной тысячи лет назад разделяла Платона и Демокрита, — проблема, решение которой знаменовало основной пункт в расхождении во взглядах между обоими этими философами»<sup>1</sup>. Открытие Планка, состоящее в том, что элемент прерывности обнаруживается в тепловом излучении, где его нельзя трактовать как следствие атомарной структуры материи, показало более глубокий характер прерывности материи и физических процессов.

Существенна критика Планком философских воззрений Э. Маха, энергетики.

<sup>1</sup> В. Гейзенберг. Открытие Планка и проблемы атомной теории. «Успехи физ. наук», 1958, т. LXVI, вып. 2, стр. 164.

В. Оствальда, позитивизма, индетерминизма. Эта критика сыграла положительную роль в истории физики. Исторические и методологические статьи Планка, собранные в третьем томе, не потеряли своей актуальности и в настоящее время.

Kurt-R. Biermann. *Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet. Dokumente für sein Leben und Wirken (Zum 100. Todestag). «Abhandlungen der deutschen Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Klasse für Mathematik, Physik und Technik»*, 1959, 2, S. 1—86.

Бирман. *Иоганн Петер Густав Лежен Дирихле. Документы о жизни и деятельности*. 1959.

К 100-летию со дня смерти выдающегося немецкого математика XIX в. Лежена Дирихле, которому принадлежат важные результаты в теории чисел, теории тригонометрических рядов и математической физике, Бирман опубликовал ряд не известных ранее архивных документов и писем. Эти материалы, тщательно прокомментированные издателем, распределены по следующим отделам:

1. Вступление на государственную службу в Пруссии.
2. Конкурс на замещение должности в Бреслау.
3. Деятельность в Берлинском университете.
4. Работа в военной школе в Берлине.
5. Оценка А. Я. Крелле деятельности Дирихле.
6. Деятельность в Берлинской Академии наук.
7. Приглашение в Гейдельберг.
8. Переезд из Берлина в Геттинген.

В документах отражен большой период деятельности Дирихле и существенно дополнена литература о нем. Первый документ датирован 14 мая 1826 г. и представляет собой письмо Дирихле из Парижа прусскому министру культуры Альтенштейну с припиской А. Гумбольдта.

Дирихле пишет о своей готовности вернуться на родину и продолжать там работать. В приписке Гумбольдт отмечает одаренность молодого Дирихле, аналитические работы которого обратили внимание французских математиков, и просит оказать ему содействие.

В последующих письмах от 11 и 17 сентября 1826 г. Гумбольдт говорит о прогнозах Гаусса, Лежандра, Пуассона и Фурье в отношении математической одаренности Дирихле, которые в дальнейшем блестяще оправдались.

Гумбольдт стремился привлечь Дирихле к работе в одном из учебных заведений Германии.

В документе 26, в письме Крелле к Альтенштейну от 1 июня 1830 г. дана блестящая характеристика педагогической деятельности Дирихле и основных научных направлений, в которых он работал. Большой интерес представляют письма Якоби к Эйхгорну, где говорится о роли математи-

Изданные три тома представляют лишь часть большого научного наследия Планка. Со временем будет опубликовано «Полное собрание сочинений М. Планка».

У. И. Франкфурт

ческой науки и проводится параллель между Дирихле и Леверрье.

Дать всестороннюю оценку этой книге нельзя; остановимся подробнее на документе 21, позволяющем, на наш взгляд, уяснить роль Дирихле в развитии математической физики.

В документе перечислены лекции, прочитанные Дирихле в Берлинском университете в 1829—1855 г. На протяжении 26 лет Дирихле вел различные курсы по чистой и прикладной математике, а также по некоторым вопросам механики и физики. В начале своей преподавательской деятельности в Берлине (1829) Дирихле читал курс анализа по Эйлеру, который пользовался большим успехом у слушателей, а позже—теорию чисел, теорию уравнений, дифференциальное и интегральное исчисления, аналитическую механику и др. Несмотря на значительные успехи в области математической физики, достигнутые благодаря работам Фурье, Пуассона, Коши, объявленные лекции по теории уравнений с частными производными и их применению к физике, летом 1830 г. не состоялись, так как присутствовало менее трех слушателей. Зимой 1830—1831 гг. чтение этого курса было возобновлено и хотя его посетили три человека, интерес Дирихле к этим лекциям не ослабевает, и в дальнейшем он читал их почти ежегодно. Количество слушателей постоянно увеличивалось; так, в 1832—1833 гг. их было 14, 1842—1843 гг.—23, а в 1853—1854 гг. уже 37.

Быстрые успехи математической физики, достигнутые благодаря трудам Неймана по оптике, Томсона по теории потенциала, электростатике и теплопроводности и т. д. вызвали большой интерес слушателей к курсу по уравнениям с частными производными Дирихле. Дирихле был прекрасным педагогом и его лекции по уравнениям математической физики стали основным материалом для целого поколения преподавателей и студентов.

Из материалов, опубликованных Бирманом, а также из работ Дирихле, можно сделать вывод, что в своих лекциях Дирихле излагал в первую очередь те области науки, в разработке которых он сам участвовал.

В 1837 г. ученый занимался проблемами теории чисел, неопределенных уравнений и использованием определенных интегралов в суммировании конечных и бесконечных рядов и аналогичные курсы; в университете он читал следующее: «О применении определенных интегралов для суммирования рядов», «Высшая арифметика или так называемый дифантов анализ».

В книге подчеркивается, что одним из главных направлений педагогической и научной деятельности Дирихле были также уравнения математической физики.

Автор книги приводит список литературы, посвященной жизни и деятельности Дирихле. Здесь приведены и малоизвестные широкому кругу читателей книги и статьи.

В книге даны четыре портрета Дирихле и факсимиле письма Дирихле к Куммеру; имеется тщательно составленный указатель. Эта работа, несомненно, окажет большую помощь при изучении творчества выдающегося математика XIX в.

А. В. Панаускас, У. И. Франкфурт

В. В. Козлов. *Очерки истории химических обществ СССР*. Под редакцией и с предисловием акад. С. И. Вольфовича М., Изд-во АН СССР, 1958, 610 стр.

В рецензируемой книге отражена деятельность химической общественности нашей страны на протяжении почти 200 лет.

По считая предисловия, введения, именного указателя и заключения, книга состоит из четырех частей: «Русское химическое общество», «Участие химиков в других научных обществах», «Всесоюзное химическое общество им. Д. И. Менделеева» и «Премии и издания научных обществ. Менделеевские съезды».

Первые две части касаются дореволюционного периода деятельности химической общественности. Здесь приведено много интересных сведений, относящихся к XVIII—XIX вв.

Наибольшее внимание уделяется, естественно, Русскому физико-химическому обществу. Помимо характеристики деятельности Общества в целом, автор дает краткие обзоры научной и общественной работы его наиболее видных деятелей—президентов и почетных членов (Н. Н. Зинина, Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова, Н. И. Бекетова, Ф. Ф. Петрушевского, О. Д. Хвольсона, В. И. Вернадского, М. С. Курякова и др.). На фотографиях приведен полный текст первого устава Русского химического общества с подписями его членов-организаторов.

Описывается деятельность отечественных химиков в 11 обществах естествоиспытателей и любителей естествознания (включая и Вольное экономическое общество), в трех физико-химических обществах и 11 технических обществах, а также даются краткие обзоры работы этих обществ. Наиболее интересны разделы, посвященные Вольному экономическому обществу и Русскому техническому обществу.

Далее освещена история деятельности Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева, представляющего широкую систему отделений на местах и насчитывающего тысячи химиков. Читатели узнают, в частности, о таких интересных мероприятиях, как организация вечернего общественного университета химии и хими-

ческой технологии Днепропетровским отделением ВХО. Университета физико-химии и химической технологии им. Н. Д. Зелинского Московским отделением, о большом числе докладов, прочитанных членами Днепропетровского отделения, о работе аналитической лаборатории Латвийского отделения ВХО, и др.

Автор дает представление о работе Менделеевских съездов (особенно интересно написаны разделы, посвященные первому и четвертому съездам).

Следует указать на некоторые недостатки книги.

Так, несамым остается вопрос о степени участия физиков в Менделеевских съездах. В 1907 г. на Первом съезде было «Отделение физики», на Втором (1911 г.) — «Секция химии и физики» и сам съезд носил наименование «Съезд по химии и физике», в дальнейшем они именуется «съездами по чистой и прикладной химии».

Мало освещены взаимоотношения и формы связи центрального правления ВХО с его отделениями, деятельность лаборатории приборостроения при университете им. Н. Д. Зелинского, работа Менделеевского музея при Всесоюзном научно-исследовательском институте метрологии и т. д. Нужно было кратко рассмотреть, на какие средства и на какой экспериментальной базе проводились работы общественных организаций химиков, как обеспечивались материальные условия устройства новых лабораторий, при всех ли отделениях они были устроены и пр.

Из книги трудно уяснить, на какой технической базе были выполнены некоторые работы, в частности выпуск для заводских лабораторий потенциометров Воронежским отделением или многообразные анализы Приморского отделения ВХО и его филиала, как осуществляла университет работу по организации новых лабораторий и как он изготовлял оборудование для Института азота и химического факультета МГУ и др. Автор подробно описывает многочисленные случаи технической помощи, которую ВХО

и его отделения оказывали промышленности, но не касается фактов помощи предприятий вновь организованным лабораториям.

Недостаточно полно представлена в книге библиография научной и издательской деятельности химических обществ, автор мало говорит об изданиях ВХО.

Отметим некоторые опечатки и неточности в книге.

На стр. 129 автор говорит об отклонении кандидатуры Д. И. Менделеева при баллотировке в ноябре 1880 г. в члены Российской академии. Д. И. Менделеев был забаллотирован на выборах в Петербургскую Академию наук, а Российской Академией называлась Академия русского языка и словесности, существовавшая в Петербурге в 1783—1841 гг. и затем преобразованная в Отделение русского языка и словесности Петербургской Академии наук.

На стр. 144 необходимо добавить о переводе фундаментального пятитомного «Курса физики» О. Д. Хвольсона на немецкий, французский и другие языки и о деятельности его автора в качестве председателя учрежденной РФХО комиссии по установлению приоритета А. С. Попова в изобретении радио.

На стр. 183 ошибочно указан год издания «Истории химии» Ф. Н. Савченкова 1863 вместо 1870).

Ф. И. Блумбах не был ассистентом Д. И. Менделеева в Главной палате мер и весов (стр. 421): в ее штате вообще не было такой должности.

Замечание автора о русской химической промышленности как «муть ли не самой заурядой в мире» (стр. 504) не согласуется с фактами, приводимыми в трудах П. М. Лукьянова<sup>1</sup>.

Непонятно, почему электромагнитные колебания включены в раздел «Изучению свойств растворов и жидкостей». В наименовании «Изучению мироздания и атмосферных явлений» неясно, что подразумевается под словом «мироздание» поскольку последнее связывается здесь лишь с атмосферными явлениями.

Необходимо отметить некоторые опечат-

ки: на стр. 555 начатано «А. Н. Меншуткин» вместо «Н. А. Меншуткин», на стр. 576 «в восемь раз» вместо «в восемьдесят раз», а на стр. 208 — «в 1837 г.» вместо «в 1887 г.»

Отмеченные недочеты книги В. В. Козлова не снижают ее общую положительную оценку. Прежде всего следует отметить огромное количество собранного в ней материала. Как отмечает в предисловии С. И. Вольфович, «работа написана на основе первоисточников, архивных документов и содержит много забытых и малоизвестных сведений, представляющих научный и общественный интерес». В книге много ценных и редких фоторепродукций. Именной указатель расширяет возможности пользования книгой.

Достоинства книги В. В. Козлова особенно захватывают при сравнении ее с юбилейными изданиями иностранных химических обществ — Лондонского и Парижского. Вышедший только в 1947 г. исторический обзор деятельности Лондонского химического общества<sup>2</sup> представляет небольшой том, значительную часть которого занимают уставы общества, список всех его должностных лиц, почетных членов, перечень изданий, статистические данные о числе членов, сведения о библиотеке, а также о доходах и расходах.

Французское (до 1906 г. Парижское) химическое общество выпустило к своему 100-летию юбилейный сборник<sup>3</sup>, составленный хотя и своеобразно, но, по нашему мнению, неудачно. Сборник состоит из двух частей. В первой части полностью воспроизведена речь, которую А. Готье произнес в 1907 г. на праздновании 50-летия общества, во второй — дан обзор наиболее значительных работ в области неорганической, органической, биологической и общей химии, сделанных членами общества. В книге отсутствуют иллюстрации, именной указатель и библиография.

Рецензируемая книга восполняет пробел в историко-химической литературе.

С. А. Погодин, Н. А. Шостын

<sup>1</sup> П. М. Лукьянов. История химических промыслов и химической промышленности России до конца XIX века, т. I—IV. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948—1955; П. М. Лукьянов. Краткая история химической промышленности СССР. М., Изд-во АН СССР 1959.

<sup>2</sup> T. S. Moore and J. Ch. Philip. The Chemical Society. 1841—1941. A Historical Review. London, 1947.

<sup>3</sup> «Centenaire de la Société Chimique de France (1857—1957)». Paris, 1957.

И. И. Пузанов. *Жан Батист Ламарк*. М., Учгедиз, 1959, 192 стр.

В 1959 г. отмечались два юбилея: 100 лет «Происхождения видов» Дарвина и 150 лет «Философии зоологии» Ламарка. Как бы ни относиться в настоящее время к эволю-

ционной концепции Ламарка, выдающийся значен ее в истории эволюционного учения совершенно бесспорно. Дарвин первый в «Происхождении видов» дал объек-

тивную оценку исторической заслуги Ламарка, который развил эволюционное учение — учение об исторически протекавшем прогрессивном развитии одних форм растений и животных в другие, начиная с наиболее низко организованных и кончая человеком. Дарвин подчеркнул как особое достоинство Ламарка то, что, по мысли Ламарка, «все изменения в органическом мире, как и в неорганическом, происходили на основании законов природы, а не вследствие чудесного вмешательства»<sup>1</sup>.

Ламарку не удалось, однако, раскрыть те реальные силы природы, под действием которых в органическом мире совершается эволюционный процесс. Это блестяще выполнил Дарвин. Разоблачая домыслы Дюринга, Энгельс писал: «Ни Дарвин, ни его последователи среди естествоиспытателей не думают о том, чтобы как-нибудь умалить великие заслуги Ламарка: ведь именно Дарвин и его последователи были первые, кто вновь поднял его на щит. Но мы не должны упускать из виду, что во времена Ламарка наука отнюдь еще не располагала достаточным материалом для того, чтобы ответить на вопрос о происхождении видов иначе, как предвосхищая будущее, — так сказать, пророчески»<sup>2</sup>. И в самом деле, для объяснения того, каким образом, в силу какого закона природы происходит эволюционное преобразование организмов, получившее выражение в их «градации», т. е. последовательном прогрессивном усложнении их организации, Ламарк, так сказать, за отсутствием лучшего, выдвинул принцип «внутреннего стремления организмов к совершенствованию». А так как «прогрессия в усложнении организации представляет то здесь, то там в общем ряду животных неправильности», Ламарк предположил, что эти неправильности вызваны «влиянием условий местопребывания и влиянием усвоенных привычек»<sup>3</sup>.

Таким образом, эволюционная теория Ламарка оказалась соловушеством гипотез, построенных на противоречивых основаниях: в то время как стремление к совершенствованию — принцип чисто автогенетический, прямое действие условий среды — принцип экзогенетический, дополненный Ламарком допущением возможности целесообразного изменения органов под действием «усвоенных привычек». Стремление Ламарка найти естественнонаучное объяснение эволюционного процесса и происхождения органической целесообразности ему не удалось осуществить. Последователи французских материалистов XVIII в., Ламарк разделяя все их ошибочные взгляды, вытекающие из харак-

терного для них механического материализма и деизма.

Теория Ламарка не имела успеха, но это не умаляет исторического значения предпринятого им дела. Ламарк был подлинно революционным ученым. В созвучии со своей эпохой — эпохой великой буржуазной французской революции, лозунг которой «свобода, равенство и братство», он сделал эмблемой своих научных трудов и идей, — он нанес первый серьезный удар средневековым метафизическим представлениям о неподвижности, неизменности природы, о создании богом всех видов растений и животных, включая и человека, и проложил путь эволюционной теории Дарвина. Ламарк был выдающимся ботаником, гениальным зоологом, полностью реформировавшим после Линнея всю зоологию бесспорных животных. Ему принадлежат замечательные идеи и работы в области метеорологии, геологии, психологии. Он первый полностью осознал, что развитие земли и жизни на ней протекало на протяжении гигантских геологических периодов времени.

Все это читатели узнают из просто и увлекательно написанной книги И. И. Пузанова о жизни и трудах великого французского ученого. Книга рассчитана в первую очередь на учителей средней школы. Но по богатству сведений она полезна и более широкому кругу читателей. И. И. Пузанов подробно излагает биографию Ламарка, рассматривает его философские и религиозные взгляды, дает историко-критическую оценку его работам по физике, химии, метеорологии, ботанике. Особенно ярко удалось автору, который сам является крупным зоологом, осветить историческую роль Ламарка в развитии зоологии. Центральное место в книге занимают главы, посвященные физиологическим и психологическим воззрениям Ламарка, его эволюционному (трансформистскому) учению и его взглядам на происхождение жизни и на природу и происхождение человека. В заключительных главах автор рассматривает общественно-этические взгляды Ламарка, реакцию современников Ламарка на его труды и учение, и, наконец, судьбу учения Ламарка в XIX и XX вв. В целом книга показывает то место, которое по справедливости принадлежит Ламарку в истории науки.

Однако в книге есть некоторые недостатки. Прежде всего нам кажется, что автор чрезмерно увлекается, пытается усмотреть в ряде высказываний Ламарка «предвосхищение» некоторых новейших научных открытий и представлений. Вряд ли допустимо, например, в натурфилософском представлении Ламарка об «эфирном огне»,

<sup>1</sup> Ч. Дарвин. Сочинения, т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1939, стр. 262.

<sup>2</sup> Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. М., Госполитиздат, 1950, стр. 70.

<sup>3</sup> Ж. Б. Ламарк. Избранные произведения, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1955, стр. 278.



«лежащем в основе явлений электричества и магнетизма» (в чем сам автор справедливо усматривает отказ античных представлений об огне как первичной стихии мироздания), обнаруживать «гениальное предвидение основных положений современной физики, признающей превращение энергии в материю и обратно» (стр. 41). Нам кажется также рискованной параллель, которую автор проводит между воззрением Ламарка на формирование материковой суши под действием приливов-отливных процессов в океане и теориями Вегенера, Рейбша и Зимрота (стр. 53—59); попытка поставить знак равенства между «флюидами» Ламарка и гормонами (стр. 102); приравнивание ламарковского понятия об «организме» к современным понятиям о тунусе и тургоре (стр. 103) и др. Представления ученого любой эпохи основаны на общенаучных и философских концепциях его времени; конечно, исторически анализируя их, мы вправе в отдельных случаях усмотреть в них зачатки будущих идей и открытий, но опасно наши современные представления, теории и термины, базирующиеся на совершенно иной научной почве, механически отождествлять с представлениями ученых прошлого и притом достаточно отдаленного.

Другим недостатком является несколько произвольное и неточное применение автором философских терминов. Как правильно указывает сам автор, Ламарк был ярким представителем французского механического материализма XVIII в. Но зачем тогда автор неоднократно (стр. 37, 38, 136, 137) называет его то «последовательным материалистом», то «позитивистом» и «религиозистом»? Никаких оснований для этого в книге не приведено. Отчетливо показав внутреннюю противоречивость и наличие серьезных идеалистических уклонов в эволюционной концепции Ламарка, автор совершенно неожиданно на стр. 143 характеризует его как создателя «вполне материалистической эволюционной теории». Представляется также спорным утверждение автора, что Лийель, перейдя в 60-х го-

дах XVIII в. на позиции трансформизма, «исповедовал последний скорее в духе Ламарка, чем Дарвина» (стр. 168): уже в 1863 г. в своей книге «Древность человека» Лийель показал все преимущества теории естественного отбора по сравнению с другими теориями эволюции, хотя и сделал при этом известные оговорки относительно неполноты геологической летописи, особого места человека в истории органического мира и пр.

Следует отметить несколько ошибок технического характера. Одна и та же цитата из «Аналитической системы» Ламарка приведена в двух местах (стр. 32 и 36) в двух разных переводах. Цитата из «Философии зоологии» на стр. 115 не подтверждает заявления автора о том, что «лишь в тканях растений Ламарк мог различить клеточную структуру»; здесь должна была быть другая цитата с той же страницы «Философии зоологии», которая, по-видимому, выпала. На стр. 169 сказано, что Дарвин познакомился с учением Ламарка в возрасте 14 лет: в действительности это произошло в Эдинбурге зимой 1826—27 г., когда Дарвину было 18 лет. На стр. 88 английский термин «missing links» переведен как «соединительные звенья» вместо «недостающие звенья». В книге много опечаток, особенно недопустимых, поскольку она предназначена для учителя средней школы. Приведем некоторые: «клеточная жизнь» вместо «клеточная ткань» (стр. 115), «Quadrata» вместо «Quadrupala» (стр. 139), «Огюст Кант» вместо «Огюст Конт» (стр. 37), «Генрих Линн» вместо «Генрих Линк» (стр. 165), «Набу» вместо «Науу» (стр. 12), «Стасбургер» вместо «Страсбургер» (стр. 76). На стр. 83 (в таблице) пропущен подзаголовок «Позвоночные животные», в результате чего получается, что все шесть ступеней животного мира (включая две ступени позвоночных) Ламарк отнес к «Беспозвоночным животным».

И. Л. Соболев

«The history and philosophy of knowledge of the brain and its functions». An anglo-american symposium. London, Juli 15—17-th 1957, Oxford, 1958.

«История и философия познания мозга и его функций». Англо-американский симпозиум. Лондон. 15—17 июля 1957. Оксфорд, 1958.

В июле 1957 г. в Брюсселе происходил I Международный конгресс по неврологическим наукам, посвященный памяти двух выдающихся английских неврологов Х. Джексона (H. Jackson) и Ч. Шеррингтона (Ch. Sherrington). Симпозиум конгресса по истории науки проведен в Лондоне в Институте Уилкома (Wellcome Institute) с 15 по 17 июля 1957 г. В нем

приняли участие более 70 выдающихся неврологов, психiatров, историков медицины и философов из Англии и США. В организации симпозиума большую помощь оказал недавно скончавшийся известный американский физиолог и историк физиологии Дж. Фултон (J. Fulton).

Доклады, прочитанные на симпозиуме, представляют более или менее полное

обзоры развития знаний о мозге и его деятельности, начиная с античности и до наших дней.

Заслушано 17 докладов, из которых четыре посвящены обзору знаний о мозге и его деятельности в античное время, три — развитию знаний о мозге в средние века и в эпоху Возрождения. Большинство докладов касалось обзора знаний о мозге в XIX и в первой половине XX в.

Историко-современной электрофизиологии обычно начинают с знаменитых опытов Л. Гальвани по животному электричеству. М. Бразье (M. Brazier) изучила исследования предшественников Гальвани на протяжении двух веков. Она дала подробную библиографию важнейших работ в области изучения электрической активности мышц и нервов, начиная от исследований У. Джильберта (1540—1603) и кончая классическими трудами Д. Реймона (Du Bois-Reymond). Всего приведено 85 названий.

Ф. Уэлш (F. Walsche) в своем докладе говорил о том, что физиология мозговой коры начала развиваться в середине XIX в. Первые сведения о ней содержатся в труде Карпентера (Carpenter) «Основы физиологии человека», в котором автор сообщает, что единственным местом, где совершаются процессы сознания, является продолговатый мозг.

Докладчик отметил, что в 60-х годах XIX в. началось изучение двигательных путей. До работ известного киевского анатома Беца считалось, что пирамидальный путь начинается с подкорковых образований, именно в полостях тела. После его работ (1875) уже никто не сомневался в том, что двигательные пути начинаются с гигантских клеток мозговой коры. В 1870 г. Фритч и Гитцинг установили электровозбудимость двигательной области коры головного мозга. В докладе дана высокая оценка деятельности Шеррингтона, который уже в первые годы настоящего столетия «проник в физиологическую двигательную кору глубже, чем любая другая экспериментальная лаборатория». Профессор физиологии Нью-Йоркского университета Ч. Брукс изложил современное состояние знаний о мозге и его деятельности. Современные представления о функциях мозга, — говорил он, — базируются главным образом на шести открытиях: 1) развитие клеточной теории; 2) учение о нейронной теории; 3) развитие представлений о функциональной единице — моторной единице; 4) открытие рефлекторного пути и рефлекса; 5) открытие синанса и 6) сумма основных представлений о клеточной мембране.

Большое место автор отводит исследованию Шеррингтона и его школы, подробно останавливаясь на открытии им в 1897 г. синанс-функциональной связи между нейронами. Шеррингтон в монографии «Человек и его природа» (1940) упомянул работу, которую он рассматривает как прототип современного учебника физиологии. Это «De Abditis Rerum Causis», опу-

бликованный Simon de Colines в 1548 г., но известный в рукописном виде еще с 1542 г. Автором книги был Ж. Фернель (J. Fernel) — врач французского короля Генриха II, профессор философии Парижского университета. Фернель выступил против античной доктрины Аристотеля о том, что двигательные акты совершаются исключительно под влиянием воли (души). Фернель считал, что они происходят от двух первопричин — под влиянием воздействия внешней среды и внутренней среды организма. Внешняя среда служит как бы спусковым механизмом, внутренние же причины определяют природу той или иной деятельности. Как пример произвольных движений Фернель указывал на движение век и дыхательных движений в спящего, т. е. движения «без участия души, воли и сознания». Так было положено начало новой главе в учении о нервной системе — учение о рефлексе. Почти через 90 лет после Фернеля Декарт вновь обратился к этой теме.

Автор приводит взгляды Г. Прохаски (G. Prochaska), А. Уокера (A. Walker), Ч. Белла (Ch. Bell), и Ф. Маганди (F. Magendi) на деятельность первой системы, их мысли о разделении существовании двигательных и чувствительных волокон спинномозговых нервов. Упоминаются исследования Рамон Кахала (R. y Cajal), Лоренте Л. де Но (L. de No), Хельда (Held) и других по изучению строения синанса. Автор подробно останавливается на новых теориях передачи нервных процессов — возбуждения и торможения, на трудах Кюне и Краузе (Köhne und Krause, 1860), Реймона, Куффлера (Kuffler), Эллота (Elliot) Кэннана (W. Cannon), Дэйла (Dale), Леви (Loewi) и др.

Выводы Брукса относительно современных представлений о мозге и его деятельности, о психиатрии природы психической деятельности и ее расстройствах сводятся к следующему. «Громадный пробел остается между психиатрией и физиологией, с одной стороны, и нейрофизиологией, психиатрией и неврологией, — с другой». Обучение, память, сознание, эмоции и т. п. и их нарушения далеки еще от объяснения на основе современных представлений нейрофизиолога, анатома или химика, несмотря на сильное стремление клинических наук получать помощь от научных лабораторий.

Материалы симпозиума представляют большую ценность; они показывают, в каком направлении развивались человеческая мысль и знания в понимании психической деятельности и физиологии нервной системы, начиная с древнейших времен и до наших дней. Все статьи написаны на высоком научном уровне, снабжены ценным библиографическим материалом. Незадолго до лондонского симпозиума в США на заседаниях Американского энцефалографического общества в июне 1956 г. был проведен коллоквиум по истории нейрофизиологии. Руководитель коллоквиума — изне-

ственный американский нейрофизиолог А. Форбс (A. Forbes) высоко оценил заслуги И. П. Павлова и Н. Е. Введенского в истории нейрофизиологии. М. Брезье на этом коллоквиуме выступала с докладом «Развитие нейрофизиологии в XIX в.», в котором отведено достойное место исследованиям В. Я. Даниленского по изучению электрической активности мозга, а также заслугам И. М. Сеченова.

К сожалению, всего этого нельзя сказать относительно лондонского симпозиума. Невозможно представить в наше время книгу, статью, сообщение, имеющее отношение к изучению мозга и психической деятельности человека без упоминания

имени И. П. Павлова. В докладе же Брукса имя великого русского ученого упоминается только в том месте, где идет речь об изучении торможения, наряду с именами Пфлюгера, братьев Вебер. Зато очень подробно изложены заслуги ярко выраженного идеалиста Шеррингтона. В результате многие западные физиологи и неврологи, находясь под влиянием высокого авторитета Шеррингтона, не могут по достоинству оценить значение материалистического учения И. П. Павлова о высшей нервной деятельности.

Н. А. Григорян

Ф. Тавадзе, Т. Сакарелидзе. *Бронзы древней Грузии*. Тбилиси, Изд-во АН Груз. ССР, 1959, 84 стр., рис. на 41 табл.

Авторы изучали древние бронзы Грузии по составу, структуре и внешним признакам, чтобы установить, как изменялись приемы работы местных древних мастеров, начиная с халколита до поздней бронзы. Поскольку работ о древней металлургии мало, а эта книга богата новым и интересным материалом, она заслуживает подробного рассмотрения. Работа состоит из четырех глав, написанных по единому плану: в начале каждой главы описываются условия, при которых обнаружены эти памятники, их распространение и назначение; затем на основе таблиц химического состава предметов, который качественно определен спектрально и количественно обычными способами анализа, отмечаются особенности употреблявшихся сплавов и высказываются соображения о рудах, из которых они выплавливались, и о приемах плавки; далее по шлямбулу и внешнему виду устанавливались приемы выделки изучаемых предметов, в том числе литые и ковкие, рассмотренных особенно обстоятельно. В помощь читателю в таблицах приведены рисунки изученных предметов, микрофотографии со шлямбулов, диаграммы состояния основных сплавов меди и их свойства и схемы, поясняющие приемы формовки.

К сожалению, многие рисунки и микрофотографии очень плохие и на них не видно того, что наблюдали и описывают авторы, рассматривая, например, шлямбулы в микроскоп.

Несмотря на общее хорошее впечатление, в книге много повторений и искажений, не относящихся к ее основному содержанию.

В каждой из трех глав, отведенных соответственно древней, средней и поздней бронзам, мы находим, по-первых, таблицу качественных спектральных анализов памятников, во-вторых, таблицу количественных анализов большего или меньшего числа тех же предметов.

В главе I приведены анализы по спектрам восьми предметов. Авторы подчеркивают,

что в одном шпале мышьяк есть, во всех же прочих его много или 1,2—1,3%. Из восьми образцов самородной меди только в двух есть или мало мышьяка. Отсюда авторы заключают о закономерности присутствия этой примеси в халколитических медных поделках и выделки их из мышьяковистой самородной меди, но последнее не вытекает из сопоставления таблиц: мышьяка в поделках почти всегда много, а в самородках его либо нет, либо мало. Вопреки утверждению авторов, им не удалось доказать, что в эту пору на землях нынешней Грузии применялась самородная медь, хотя это весьма вероятно.

Почти во всех памятниках ранней бронзы также оказался мышьяк, причем, согласно авторам, его больше, чем в халколите. Но это не подтверждается данными таблиц.

Обсуждая результаты анализа 38 памятников средней бронзы, авторы указывают на разнообразие их состава, на появление впервые в сплавах олова; указано, что четыре памятника из Триалети якобы состоят в основном из оловянной бронзы. Последнее положение не находит подтверждения в таблице, поскольку в половине всех предметов олова нет совсем.

Из бронзы с 6,7—13,4% олова были отлиты еще девять предметов из других мест. Так что бронзовых памятников меньше 1/3 от общего числа.

Количественные анализы памятников поздней бронзы преимущественно из Самтавро, действительно, указывают на резкое преобладание оловянной бронзы.

Что же касается серы, то ни в одном из 20 предметов ранней бронзы ее не оказалось. Отсюда авторы заключают, что в ту пору медь еще не выплавливали из сульфидных руд. Лишь на второй ступени поздней бронзы авторы предполагают начало плавки сульфидных медных руд, но из 38 анализов предметов поздней бронзы только в трех содержалось серы 0,1—0,16%, а в четырех — 0,03% и меньше.

Считал, что в эпоху халколита люди умели обращаться с медью только как с особым камнем, авторы полагают, что в раннюю бронзу впервые было обращено внимание на возможность восстановления меди на поверхности кусков руды, оказавшейся по тем или иным причинам в огне. Но даже выделку меди из руд археологи относят к халколиту, отличающемуся от ранней бронзы только преобладанием каменных орудий. Сомнительно, что древнейшие четырехгранные медные шлямбулы служили наконечниками стрел или дротиков, к чему склоняются авторы, ссылаясь на не начатый пока доклад Л. И. Глойти.

Перечисляя без особой надобности все вторичные окисленные медные минералы, исследователи указывают, что хризокolla в древности применялась при плавке золота. Это явное недоразумение. Если у Феофраста и Плиния мы встречаем упоминание о минерале хризокolla (золотом клее), то отсюда не следует, что это был тот самый водный силикат меди, который был назван минералогами в XVIII в. хризокollой.

Отмечая сходство по составу некоторых памятников ранней бронзы и халколита, авторы правильно указывают, что повышенное содержание примеси в меди свидетельствует о выплавке ее из руды. Но они допускают ошибку, неоднократно отмеченную у других авторов, утверждая, что чистота меди доказывает ее происхождение из самородков.

В книге лишь вскользь упоминается о месторождениях мышьяковых руд в Грузии, в том числе в Раче и в Сванетии, но впервые подробно сообщается о древних разработках сурьмяных руд со следами пожога в верховьях р. Риони и местностях Зопхито и в Сагеби.

Не совсем ясно изложено нахождение олова в природе. По нашему мнению, лишены смысла, например, следующие строки о самородном олове: «...оно образуется разложением оловянного камня и выносятся на поверхность течением циркулирующих вод, где тяжелые частицы осаждаются в песчаннике. С давних пор олово добывалось из выщелоченных осадков, так как из этих соединений легко можно восстановить олово».

О самих приемах выплавки меди и ее сплавов авторы почти не пишут, может быть потому, что плавильные площадки и древние остатки плавки в Грузии еще систематически не изучались. Лишь в одном месте мы находим упоминание о «различных ложках» из глины, относящихся к халколиту из Урбинси и рисунок с их изображением. Отнесение этих предметов к столь раннему времени противоречит высказываниям авторов о применении в те времена только покровов из самородной меди.

Находки слитков почти чистой меди в местах, отдаленных от медных месторождений в эпоху поздней бронзы, авторы считают аргументом в пользу возможности отделения выплавки меди (главным обра-

зом на рудниках), от обработки ее в других местах, куда доставлялась готовая медь. Вероятность этого оспаривать не приходится, особенно учитывая частые находки на Кавказе древних медных слитков. Но известны хорошо доказанные примеры доставки к местам обработки металлов не меди, а руды и в более позднее время, например, в Минусинском крае, на Кипре и даже в некоторых болгарских городах.

Авторы изучили свойства медно-мышьяковых сплавов, бытовавших во время средней бронзы. Впервые были тщательно изучены пределы растворимости мышьяка в твердой меди при эвтектической температуре (7,58%) и на холоду (5,36%), что хорошо согласуется с другими данными.

Высокие литейные качества — жидкоплавкость и малая усадка, пластичность, даже повышающаяся с ростом доли мышьяка в сплаве, резкое увеличение твердости при наклоне — все это хорошо объясняет причины широкого распространения этих сплавов в тех местах, где олова еще не было. Разбираемый раздел — один из самых интересных в книге.

Мало внимания в книге уделено сурьмяным сплавам меди, а о хорошей вязкости сурьмяно-мышьяковой бронзы написано лишь предположительно. Авторы предполагают, что древние мастера не умели различать олово и сурьму, известные в Закавказье даже во время ранней бронзы. Здесь проявляется недооценка наблюдательности древних мастеров.

В книге подробно рассмотрены хорошо известные свойства оловянных бронз, а вот важный для древней металлургии вопрос о повышении твердости бронзы от малой примеси олова авторы упустили из вида.

Из приемов обработки бронзы подробнее всего рассмотрены литые и ковкие. Интересно описание приемов литья топоров средней бронзы.

Во времена поздней бронзы со стороны обуха отливали топоры картельского и колхидского типов в каменные, порой искусно вырезанные узорчатые формы, а также в бронзовые формы, свидетельствующие о массовом литье. Исследователи хорошо разъяснили, что топоры, вынутые горячими из такой формы после полного остывания, могут настолько изменить размеры, что в свою форму уже не вмещаются. Это же наблюдается у современных фасонных отливок из кокилей и полностью устраняет предположение о предварительной отливке в бронзовых формах восковых моделей. Впрочем, такие модели вообще не стоило бы отливать в бронзовую форму, так как можно было обойтись простой каменной или даже деревянной формами, которые проще сделать.

Авторы подробно описали способы отливки мечей поздней бронзы с полыми рукоятками, кинжалов, птульчатых копий, колец, бляшек и др. Они пояснили, что загадочные дополнительные линии,

нарушающую узоры у прорезных блях, представляют оставшиеся невырезанными вотки литниковой системы.

Среди исследованных памятников средней бронзы интересен клинок из Сачхере, у которого к прокованному клинку была прилита с утратой восковой модели узорчатая рукоятка из такой же меди почти с 2% мышьяка. Авторы доказали это макро- и микроскопическими исследованиями клинка, у которого кованая структура клинка оказалась рекристаллизованной с двойникованием по причине длительного и сильного нагрева вместе с формой перед заливкой сплава. Но они не объяснили, какой был смысл в такой сложной работе, когда проще было отлить клинок целиком и отковать затем клинок. К тому же клинок не потерял бы твердости от наклепа во время вынужденного отжига. Совершенно ясно, что древний мастер, как и современный, никогда не стал бы без надобности и тем более без смысла усложнять свою работу.

Такое же недоумение возникает, когда знакомимся с приемамиковки некоторых предметов в освещении авторов. Например, два коныя ранней бронзы из абхазских доленов, судя по описанию их структуры, были прикованы сперва в горячую, а затем на холоду. У одного коныя три продольных ребра с двумя долами с обеих сторон пера, а у другого — лишь одно ребро. Ф. Тавадзе и Т. Сакарелидзе утверждают, что только ковкой между двумя приспособлениями можно было выдать коныя с одинаковыми ребрами и долами с обеих сторон. Против предположения об отливке коныя, по мнению авторов, свидетельствуют деформированные кристаллиты в структуре ребер, которые были тоже прокованы. Однако несравненно проще отлить не заготовки для последующей сложнойковки, а готовые коныя, придав им чужью твердость (в коныях медь содержит 4,7 и 3,8% мышьяка) проковкой даже ребер, что можно сделать без всяких приспособлений на простой колоде. Кроме того, авторы не пояснили, из чего древний мастер мог бы сделать приспособления для такойковки, достаточно твердые и прочные, чтобы выдержать многократное употребление.

Во многих поделках из кованой проволоки, начиная с энеолитического спирального колечка из Тквиави, булавок ранней бронзы длиной до 500 мм, штыка из Сачхэра и многих колец средней бронзы из разных мест, авторы в середине сечения обнаружили трещины или рыхлоты, которые, по их мнению, доказывают свободнуюковку, так как в этом случае возникают внутренние напряжения, приводящие к подобным порокам. Хотя это явление хорошо известно металлургам, однако все же следовало бы привести для сравнения макрошлиф сечения современного прута с трещинами в середине от такой жековки. Удивительно, что проволоку даже

в пору поздней бронзы выковывали, тогда как к ранней бронзе относят замечательный явно волочильный плоский камень из яшмы, найденный в Наохвamu, в котором с двух сторон в ряд просверлены пять биконических глазков, как у современных волок.

Не вызывает сомнений примерковки при помощи оправок коныя средней бронзы из Нули в Южной Осетии. Такую оправку нашли в сел. Знаури; к сожалению, рассмотреть ее на плохом рисунке не удалось. Таким путем из листа выковывалось копы с полостью, доходящей почти до острия, и с раскрытой втулкой. Неясно, однако, какова была причина, побуждавшая мастера сперва выковывать листы, а затем из них выделывать коныя, когда несравненно проще втульчатые копы отливать, как это и делали тогда другие мастера в тех же местах. Может быть, таким путем удавалось уменьшить расход дорогой бронзы?

Коныя из Нули оказались за пределами раскрытой втулки сваренными ковкой. Такой же кузнечной сваркой, как указывают авторы, к головке булавы из Сачхэра прикреплен кусок проволоки потоньше, который затем навит для украшения на верхнюю часть булавы. К сожалению, в обоих случаях не приведены макро- и микрофотографии со шлифов этих стыков, что представило бы интерес потому, что, например, клинки были сделаны из меди с 1,5% мышьяка и малыми примесями свинца, сурьмы, железа и цинка; медь же и ее сплавы, в противоположность железу, свариваются при проковке с трудом и лишь в местах, обнажающихся от окалины при растяжении под ударами соприкасающихся поверхностей. Поэтому сварные швы получаются непрочными и неплотными.

К сожалению, в книге ничего нет о выделке медной или бронзовой посуды, которую в те времена на Кавказе преимущественно склепывали из листов, так как короткая их сварка под молотом невозможна, а паяние твердым припоем на больших сосудах удается с трудом. О пайке вообще в книге ничего не сказано, как и о лужении меди и бронзы, однако мы находим отрывочные сведения об обработке этих металлов и упоминание об интересном исследовании одним из авторов способов выделки цельной серебряной и золотой посуды. Эти сведения, впрочем, не относятся к основной теме книги и помещать их, особенно в таком виде, не следовало.

В заключение авторы пишут о самобытном и блестящем развитии металлургии и обработке меди и бронзы в древние времена на землях Грузии. Они указывают, в частности, на своеобразные названия металлов, которые перешли из Грузии к другим народам.

В. А. Пазухин

В. В. Данилевский. *Русское золото. История открытия и добычи до середины XIX в. М., Металлургиздат, 1959, 380 стр.*

С самородным золотом человек впервые познакомился еще в V—VI вв. до н. э. Золото было первым металлом, который начали употреблять древние люди. Постепенно, в течение тысячелетий оно превратилось во всеобщий эквивалент стоимости товаров. В обществе, основанном на эксплуатации, из-за золота почти каждый день взламывают двери, убивают людей. И недаром выдающийся немецкий ученый Агрикола, говоря о золоте и серебре, писал в XVI в.: «Из-за них же предпринимаются войны, которые оказываются губительными как для тех, против кого они были начаты, так и для тех, кто их начал. Эти металлы являются поводом всякому другому позорному делу... Больше того, серебром и золотом колеблется добросовестность, покупаются суды и из-за них совершаются различные тяжкие преступления».

В 1921 г. В. И. Ленин по поводу золота писал: «Когда мы победим в мировом масштабе, мы, думается мне, сделаем из золота общественные отхожие места на улицах нескольких самых больших городов мира. Это было бы самым «справедливым» и наглядно-назидательным употреблением золота для тех поколений, которые не забыли, как из-за золота перебили десять миллионов человек и сделали калеками тридцать миллионов в «великой освободительной» войне 1914—1918 годов...».

История открытия месторождений золота, добыча его из недр земли — это история борьбы человека с силами природы, история изобретения и создания машин и механизмов, позволивших облегчить тяжелый труд горняков. О том, как было открыто золото в нашей стране, как русские люди на протяжении веков боролись за развитие золотой промышленности России и рассказывает книга В. В. Данилевского.

Она написана на основании изучения

многочисленных литературных, а главное архивных источников и читается с большим интересом. Автор включил в книгу описание некоторых вещественных памятников, с которыми он ознакомился во время поездки в Барнауль, Горный Колывань, Свердловск, Нижний Тагил, Пермь и другие места добычи золота. В 11 главах книги, где описаны не только техника поисков, разведка месторождений золота и техника добычи руд этого металла, но и труд народа на золотых промыслах.

Большое внимание уделено истории создания первых золотых промыслов на основе открытия Ерофеем Марковым коренного золота на Урале. В книге приведены интересные сведения о работах М. В. Ломоносова — новатора золотопромышленности, об открытии уральского штейгера Л. И. Бруницына, которое позволило создать новую отрасль — добычу золота из россыпей. Особый интерес представляют главы о добыче платины и алмазов, которая зародилась в недрах золотопромышленности, и развитии международных научно-технических связей в этой области. Впервые в литературе показана роль русских изыскателей в развитии добычи золота в других странах.

В последней главе, озаглавленной «Каторжный труд», рассказывается о тяжелом труде на золотых промыслах, о страданиях и работе на золотой каторге пугачевских атаманов, декабристов, петрашевцев и других народных борцов.

Книга богато иллюстрирована. Многие чертежи и рисунки публикуются впервые. Автор приводит ряд интересных таблиц, содержащих технико-экономические показатели, динамику роста добычи драгоценных металлов.

И. П. Жаворонкова

И. П. Кириченко. *Химические способы добычи полезных ископаемых. М., Изд-во АН СССР, 1958, 102 стр.*

Еще К. Маркс высказал замечательную мысль о том, что по мере овладения человечеством химическими методами и реакциями механическая обработка будет все более и более уступать место химическому воздействию. Это предположение Маркса полностью осуществляется в наше время.

Развитие химии как науки, создание химической промышленности, обеспечивающей производство кислот, красителей, удобрений, синтетических продуктов, искус-

ственных материалов значительно интенсифицировало производственные процессы: улучшило технико-экономические показатели в машиностроении, горной промышленности, металлургии, пищевой промышленности, сельском хозяйстве и других областях. Химия проникает во все области производства, становится могучей силой ускорения технического прогресса.

В рассматриваемой книге освещена история проникновения химических способов в горное дело; это подземная газификация

углей; перегонка сланцев, подземное растворение каменной соли, расплавление серы и выщелачивание меди. Кроме того, автор приводит ряд интересных сведений об изобретении и испытании других методов геотехнологии: разработке полиметаллических рудных месторождений, подземном обогащении, создании искусственных месторождений и др.

В небольшой по объему книге Н. П. Кириченко много фактов, свидетельствующих о длительной истории создания и развития химических способов добычи полез-

ных ископаемых. Ценность данной работы, на наш взгляд, заключается в том, что автор на основании историко-технического исследования дал не только развитие геотехнологических процессов горного дела, но и разработал их классификацию. Последняя облегчает изучение того или иного геотехнологического процесса, дает необходимую ориентировку в новой сложной области — геотехнологии.

Н. П. Жаворонкова

К. Michałowski. *Technika grecka. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, 1959, s. 195.*

К. Михаловский. *Греческая техника. Варшава, 1959, 195 стр.*

Польское государственное научное издательство опубликовало в популярной серии «Библиотека проблем» небольшую, хорошо иллюстрированную книгу К. Михаловского по истории техники в древней Греции.

В книге рассматривается многообразный инженерный опыт одного из наиболее значительных этапов развития мировой культуры. Рассчитана она на широкую читательскую аудиторию, не обладающую специальной подготовкой.

Вводная глава содержит общую характеристику уровня научных и технических знаний древних греков. В последующих главах помещены сведения о горном деле и металлургии, о химической технологии, кораблестроении и строительстве дорог, мостов, водопроводов и мелиоративных систем, о водоподъемных и грузоподъемных машинах и устройствах, военных металлических машинах, ткацких станках, сельскохозяйственных орудиях и пр. Книга заканчивается интересным сообщением о раскопках поселений эллинистического периода, при проведении которых участники польских археологических экспедиций в Крыму (1956) и в Египте (1957—1958) обнаружили и изучили остатки древнегреческой винодельни, сооружений для фильтрования речной питьевой воды и печей для плавки стекла и обжига известняков.

Рецензируемая книга выгодно отличается от других аналогичных работ тщательной подготовкой текста и удачным подбором большинства иллюстраций. Положительной оценки заслуживает предпринятая в ней попытка рассмотрения технических проблем того времени как комплекса теоретических знаний и практического опыта, связанного со многими социально-экономическими факторами. Но вместе с тем она не свободна от ошибочных определений; в ней не везде логически оправдана группировка сообщаемых сведений применительно к основным областям техники и, что особенно существенно, отсутствуют сведения о некоторых из этих областей, получивших значительное развитие в рассматриваемый период.

Так, нельзя согласиться с определением клещидры (простейшего вододействующего прибора для отсчета времени) как водяных карманных часов (стр. 15). Бездоказательно замечание, ограничивающее возможное количество ковшей на ободах водочерпальных колес некоторым постоянным числом (стр. 105). Нет достаточных оснований приписывать Архимеду (повторяя отвергнутые ранние представления) изобретение винтового водоподъемника, известного в Египте задолго до работ великого греческого ученого и инженера (стр. 37, 96 и 107). Вряд ли, наконец, можно признать справедливым утверждение, согласно которому возведение мостов и гидротехнических сооружений по степени технического совершенства значительно менее характерно для древнегреческого инженерного искусства, чем строительство храмов, театров и т. п. (стр. 54).

Подробно останавливаясь на рассмотрении металлургических процессов, Михаловский совершенно не упоминает о процессах обработки выплавленных металлов (например, о кузнечном деле). Придавая большое значение успехам в области строительства, автор не приводит, однако, сведений об особенностях выполнения строительных работ, хотя именно в этой области техники древние греки использовали много оригинальных технологических приемов и достаточно совершенное для своего времени вспомогательное механическое оборудование. В главе о механике необоснованно широкое толкование понятия «машина», вряд ли характерное для древнегреческих механиков, привело к столь же необоснованному объединению в параграфе о гидравлических машинах водочерпальных колес, винтовых водоподъемников и таких приборов, как клещидры и водяные часы Ктесибия, не имеющих ничего общего с машинами. В параграфе о «хозяйственных» машинах, наряду с давальными прессами, мельничными поставами, ткацкими станками и прочим, рассматриваются также явно не относящиеся к машинам и имеющие совершенно иное

назначение механизмы, как дверные замки.

Все эти недостатки и пробелы изложения несколько снижают положительную оценку в общем интересной и пугной книги. Следует пожелать, чтобы при подго-

товке ее к переизданию автор учел сделанные замечания.

Вс. П. Остольский

Theodor von Karman. *Aerodynamics. Selected Topics in the Light of their Historical Development.* New York, Cornell University Press, Ithaca, 1954.

Т. Карман. *Аэродинамика. Избранные проблемы в свете их исторического развития.* Нью-Йорк, 1954.

Имя Теодора Кармана — одного из ближайших учеников Прандтля — хорошо известно специалистам по аэродинамике и механике. Большой вклад в развитие современной аэродинамики Карман внес своими работами по пограничному слою, сопротивлению трения и вихревому сопротивлению, а также в области дозвуковой и сверхзвуковой аэродинамики. В связи с этим естественный интерес вызывают его очерки по истории развития аэродинамики, тем более, если учесть отсутствие специальных работ, посвященных этому вопросу.

Личное знакомство Кармана с многими учеными-аэродинамиками позволило ему рассказать интересные детали из жизни и деятельности этих ученых в дополнение к изложению результатов их работ.

В основу рецензируемой книги положены лекции по истории аэродинамики, прочитанные автором в Корнелльском университете. В работе рассмотрен ряд важнейших проблем аэродинамических исследований в свете их исторического развития. Автор, который в течение более 40 лет принимает активное участие в разработке этих проблем, излагает важнейшие аэродинамические задачи доходчивым языком с минимумом формул и графиков. То обстоятельство, что аэродинамические явления и законы подробно рассматриваются и объясняются автором, делает эту книгу доступной широкому кругу читателей.

Книга состоит из шести глав: аэродинамические исследования до эры полета; теория подъемной силы; теория сопротивления и поверхностного трения; сверхзвуковая аэродинамика; устойчивость и аэроупругость; от винта до межпланетной ракеты. В книге 193 страницы текста с рисунками, даны портреты крупнейших механиков и аэродинамиков: Ньютона, Д'Аламбера, Кейли, Гельмгольца, Ланчестера, Жуковского, Прандтля и др. Приводится обширная библиография фундаментальных работ и исторических статей по аэродинамике (125 наименований).

Во введении к первой главе Карман подчеркивает большую роль союза математиков и инженеров в развитии аэродинами-

ки, что, однако, не всегда было очевидно. Так, в 1879 г. в 14-м отчете Британского авиационного общества сказано, что «Математика до сегодняшнего дня совершенно бесполезна с точки зрения решения задачи о полете». К этому мы можем добавить более поздние высказывания (1916) директора Высшей авиационной школы в Лозанне — Р. Броуди во введении к многолетнему трактату по авиации<sup>1</sup>. Он пишет: «Аэродинамика, бесспорно, есть наука вполне эмпирическая. Все заслуживающие доверия законы являются и должны быть указаниями действительного опыта. Нет ничего более опасного, как применять математический аппарат с целью достичь построения этих законов...»

Дальнейшее развитие аэродинамики опровергло подобные утверждения, показав, что успехам этой, как и всякой другой, науки, способствует сочетание теории и эксперимента.

В первой главе книги рассматривается начальный период развития аэродинамических идей. К первым аэродинамиком Карман относит Д. Кейли, который в 1809—1810 гг. рассматривал проблему сопротивления и подъемной силы. Большое место отведено ударной теории Ньютона; автор справедливо указывает, что нельзя согласиться с тем, что неточная теория сильно повлияла на развитие авиации. Дело в том, что люди, занимавшиеся авиацией в первый период ее развития, не верили вообще ни в какую теорию.

Рассматривая различные методы аэродинамического эксперимента, Карман указывает, что уже в прошлом веке стало очевидным, что наилучшим является метод аэродинамических труб. В качестве первого, кто создал такую установку, он называет англичанина Уэнхема, который построил аэродинамическую трубу в 1871 г. для Британского авиационного общества. Среди организаторов аэродинамических лабораторий он приводит имена Н. Е. Жуковского и Д. П. Рябушинского.

Карман пишет, что существенную роль в этот период сыграли полеты Лилленталя и работы по созданию моделей планеров и самолетов (Пено, Ленгли и др.). После краткой характеристики работ братьев

<sup>1</sup> Цит. по кн.: А. С а т к е в и ч. Аэродинамика как теоретическая основа авиации. Пр., 1923, стр. 8.

Райт и их полетов, Карман отмечает, что эти ученые, имевшие знания в области практической аэродинамики, построили аэродинамическую трубу.

Большое место отводится рассмотрению двух независимых направлений в развитии теоретической аэродинамики на протяжении XIX в.: примитивной теории полета птиц и математической теории движения жидкостей. Карман считает, что в 1909 г. уже существовала наука, которую можно назвать «полуматематической аэродинамикой», слабо связанная с рациональной теорией механики жидкостей. Однако в дальнейшем сочетании теории идеальной жидкости со струйной теорией явилось отправным пунктом для создания теорий подъемной силы и лобового сопротивления.

Вторая глава посвящена рассмотрению теории подъемной силы и теории крыла конечного размаха. Исследование зависимости между подъемной силой и циркуляцией Карман связывает с именами Ланчестера, Кутта и Жуковского. Он называет работу Ланчестера 1894 г. по циркуляционной теории и работы 1907 и 1908 гг., работу Кутта о подъемной силе вогнутой пластинки в 1902 г. Автор пишет, что в 1902—1909 гг., независимо от Кутта и Ланчестера, Жуковский развил математические основы теории подъемной силы, по крайней мере для плоского потока. Далее Карман приводит теорему Жуковского, которой он придает важное значение, указывая, что для определения циркуляции используется гипотеза Кутта — Жуковского, полученная ими независимо друг от друга.

В специальном параграфе этой главы рассматриваются явление срыва потока и приспособления для увеличения подъемной силы.

Большое место отводится созданию теории крыла конечного размаха. Карман указывает, что из трех ранее упомянутых ученых только Ланчестер сформулировал проблему крыла конечного размаха. Он приезжал в Геттинген с докладом до того, как Праудтль опубликовал свою работу. Карман характеризует Праудтля как человека, который дал современной теории крыла ее практическую математическую форму. Далее рассматривается теория несущей линии Праудтля и ее применение для решения задач по крылу. При этом подчеркиваются три ограничения этой теории: явление срыва, стреловидность и малые удлинения. Затем анализируются развитие теории несущей линии для крыльев малых удлинений, автор упоминает работы Вленка, Флакса, Лоуренса и Джонса.

В третьей главе рассмотрены теория пограничного слоя, теория сопротивления и поверхностного трения. Карман останавливается на составляющих сопротивления; он указывает, что Мунк показал, что минимальным коэффициентом индуктивного сопротивления обладает крыло с эллиптическим законом распределения циркуляции по размаху. Подробно изла-

гается вопрос о вихревых дорожках; Карман подчеркивает, что они были известны задолго до него. В связи с режимами обтекания цилиндра указана роль числа Рейнольдса и особенно ламинарного и турбулентного потоков.

Говоря о поверхностном трении и пограничном слое, автор показывает, что вначале этот вопрос интересовал кораблестроителей. Многочисленные эксперименты были проведены Бофуа, Фрудом и др. Однако, указывает Карман, анализ явления трения, основанный на уравнении движения жидкости, дан Праудтлем в 1904 г., когда он впервые ввел понятие пограничного слоя. Последним занималось много ученых, в частности, в 1921 г. Карман дал интегральное соотношение.

Говоря об изотропной турбулентности, автор отмечает работы советского ученого А. Н. Колмогорова, о которых он узнал в Москве в 1945 г.; эти работы не были известны в Западной Европе.

Далее описываются полуматематические теории Праудтля и Кармана, теории ламинарного и турбулентного пограничного слоя Милликена и Мура для тонких тел вращения, теории неустойчивости ламинарного потока Зоммерфельда, Гейзенберга, Толлина, Липа, Драйдена и др.

Развитие ламинарных профилей нашло отражение в работах Джекобса и Левиса. Большое значение придает Карман управлению пограничным слоем как одной из проблем современной авиации.

Глава, посвященная сверхзвуковой аэродинамике, гораздо шире своего названия; в ней фактически рассматривается дозвуковая, околозвуковая и сверхзвуковая аэродинамика.

Карман подчеркивает, что аэродинамика больших скоростей не является чистой аэродинамикой, а представляет сочетание двух наук — механики жидкостей и термодинамики. В этом случае уместно применить термин «аэротермодинамика», введенный Крокко в 1931 г. Далее излагаются особенности сверхзвуковых течений примерно в том же аспекте, как в докладе Кармана по сверхзвуковой аэродинамике. Говоря о числе  $M$ , Карман указывает, что отношение  $\frac{v}{a}$  применялось гораздо раньше, чем оно названо Аккеретом числом Маха, и что Мах был первым исследователем сверхзвукового потока (он применил метод Генлера для визуального наблюдения потока), но не сверхзвукового полета.

Обращаясь к результатам плоской линейаризованной теории крыла, Карман отмечает, что первая теория тонких профилей дана Аккеретом в 1925 г. Дозвуковая теория Праудтля — Глауэрта относится к 1928—1930 гг., упоминается приближенная теория Кармана — Тзяна. В околозвуковой зоне поток можно характеризовать как «сверхзвуковой» — термин, предложенный Драйденом и Карманом.

Дальнейшим развитием сверхзвуковой теории явилась трехмерная линейаризованная теория: метод источников (Карман и Мур, 1932), метод конических течений (Буземанн, 1942).

Большое значение Карман придает теории ударных волн, которая важна не только в аэродинамике, но и в баллистике, теории взрыва, детонации и в космонавтике. Карман отмечает, что Риман первый вычислил в 1858 г. соотношение между состоянием газа до и за ударной волной, но он допустил ошибку, впоследствии исправленную Рейнкини и Югошио. В этой же главе упоминается о гиперзвуковой области скоростей полета.

Значительное место отведено трансзвуковому полету, явлению волнового срыва (термин, введенный Карманом), взаимодействию скачков уплотнения с пограничным слоем (работы Аккерета, Фельдмана, Рута и Липмана). Трудности теоретического решения привели к необходимости искать другие пути; одним из них явился метод околозвукового подобия (Карман, 1947). В конце главы рассматривается развитие методов борьбы с волновым кризисом. В первую очередь указывается на применение стреловидных крыльев. Аэродинамические свойства стреловидного крыла рассмотрены Буземаном на конференции по большим скоростям в Риме в 1935 г. Однако он имел в виду использование таких крыльев только для сверхзвукового полета. Карман отмечает, что Бетц первый указал на целесообразность использования стреловидного крыла для отодвигания околозвуковых явлений в область больших чисел  $M$ . Теория стреловидного крыла разработана в 1945 г. Джонсом. Подчеркивается, что интересным вариантом стреловидного крыла является «серповидное» крыло.

Далее Карман останавливается на роли крыльев малых удлинений, в частности, треугольного крыла, для преодоления «звукового барьера». Глава завершается описанием особенностей околозвукового полета самолета.

Пятая глава посвящена устойчивости и аэроупругости — вопросам, имеющим большое отношение к аэродинамике самолета. Излагается развитие идей статической устойчивости самолета. В 1871 г. Пено впервые отметил важность хвостового оперения в обеспечении статической устойчивости. Идея бесхвостового самолета относится к 1910 г.

Затем Карман переходит к вопросам динамической устойчивости: математическая теория Рауса (1877) применена к устойчивости самолета Брианом и Вильямсом в 1904 г.

При рассмотрении продольной устойчивости приводится понятие о двух типах продольного движения самолета: длиннопериодического и короткопериодического. Карман указывает, что длиннопериодическое движение впервые описано в работе Жуковского «О парении птиц» (1891) и позже независимо от него — Ланчесто-

ром (1908). Что касается распространения в литературе термина «фугонидное движение», то Карман приписывает его неправильной интерпретации Ланчестером греческого слова: это слово буквально означает «летать» в смысле ускользнуть от опасности, а не летать, как птица.

Карман подробно останавливается на трудностях полета на больших углах атаки при околозвуковых скоростях. Далее рассматривается боковая устойчивость, самовращение, штопор самолета, вопросы аэроупругости и такие явления, как дивергенция, обратное действие рулей, флаттер и др.

В шестой главе излагается развитие теории винта, начиная с работы Ренкина 1865 г. Начало разработки теории элемента лопасти положено Фрудом (1878) и продолжено Джевецким (1892) независимо от первого. В 1918—1924 гг. в области теории винта работали Бетца, Вуд, Гельмгольд, Глауэрт, Пистолези. Как указывает Карман, нереальная теория впервые математически изложена Гольдштейном в 1929 г. В настоящее время достигнуты большие успехи в создании винтов сложных конструкций и годных для дозвуковых и сверхзвуковых скоростей полета.

Автор кратко описывает реактивные двигатели, работы по межпланетным полетам, указывает на работы К. Э. Циолковского 1903 г. Карман отмечает, что Циолковский «возможно, был первым человеком, который основал свой проект на правильных принципах».

Переходя к вопросу об искусственных спутниках Земли, Карман подчеркивает, что основная трудность в их создании заключается в необходимости достижения больших скоростей. При этом автор ратует за применение многоступенчатых ракет, предложенных К. Э. Циолковским.

Карман касается вопросов безопасного возвращения на Землю и температурного барьера, затрагивает медицинские и биологические вопросы, возникающие в связи с невесомостью, и рассматривает возможность использования атомной энергии для межпланетных кораблей.

Следует специально остановиться на освещении в книге работ русских и советских ученых. К сожалению, Карман совершенно игнорирует роль С. А. Чаплыгина в развитии аэродинамики больших скоростей. Так, он не упоминает работы С. А. Чаплыгина «О газовых струях», хотя на важность этой работы для дальнейшего развития аэродинамики сам Карман указывал в своем докладе «Проблемы сопротивления в сжимаемой жидкости» на конференции по большим скоростям в авиации, состоявшейся в Риме в 1935 г. Рассматривая метод С. А. Чаплыгина, он говорил: «У меня создалось впечатление, что не все возможные применения метода годографа в достаточной мере уже использованы. В частности, он может быть, по-видимому, применен к смешанным случаям движения, при которых скоростям частично имеют значения выше скорости

звука»<sup>2</sup>. В последующих исследованиях советских и зарубежных ученых метод Чаплыгина действительно был распространен на смешанные течения газа. Этот метод подробно рассмотрен Карманом и в одной из его работ<sup>3</sup>. В рецензируемой книге ими С. А. Чаплыгина не приводятся даже в связи с постулатом Чаплыгина — Жуковского (стр. 44), при рассмотрении работ о разреженных крыльях (стр. 47) и в теории крыла конечного размаха (стр. 48—57) и др.

Палагая вопросы, связанные с вихревыми дорожками и теорией вихревого сопротивления (стр. 69), Карман не указал работы Н. Е. Жуковского (1919) по решению трехмерной задачи вихревого сопротивления.

В упомянутом докладе Кармана в Риме были сделаны ссылки<sup>4</sup> на работу советского ученого Ф. И. Франкля по расчетам, относящимся к ламинарному поверхностному слою пластинки; кроме того, в совместной работе с Цзяном «Пограничный слой в сжимаемой жидкости»<sup>5</sup> также упомянута работа Франкля. Однако в книге об этих работах не говорится.

В главе, посвященной околозвуковой и сверхзвуковой аэродинамике, ничего не сказано об известных работах советских ученых С. А. Христиановича, А. Е. Донова, Е. А. Красильниковой и др. В главе

«От пропеллера к реактивному двигателю» не рассмотрены работы Н. Е. Жуковского по вихровой теории винта, В. Н. Юрьева, В. П. Ветчинкина и др.

В конце книги Карман останавливается на важных современных проблемах: о спутниках, о достижении скоростей, необходимых для межпланетных полетов. Он считает, что усилия, необходимые для перехода от современных дальних высотных ракет к межпланетному кораблю с людьми, будут не больше, чем те, которые приложены человечеством от первого полета самолета до современного сверхзвукового самолета. Но жизнь опровергла предвидения автора. Блестящие труды советских ученых обеспечили огромный прогресс в мировой науке: в Советском Союзе были запущены первый искусственный спутник Земли, первая космическая ракета, первая ракета на Луну и т. д. В этом прогрессе науки важную роль сыграли идеи К. Э. Циолковского и других русских и советских ученых. И все же, несмотря на некоторую односторонность в освещении истории аэродинамической науки, книга Т. Кармана, безусловно, полезна советскому читателю.

М. Л. Гофман  
(Ленинград)

<sup>2</sup> Т. Карман. Проблема сопротивления в сжимаемой жидкости. В сб.: «Газовая динамика». М., ГОНТИ, 1939, стр. 67.

<sup>3</sup> T. S a g m a n. Compressibility effects in aerodynamics. «The Journal of the Aeronautical Sciences», 1941, № 8, p. 337—356.

<sup>4</sup> Т. Карман. Проблемы сопротивления в сжимаемой жидкости.... стр. 53.

<sup>5</sup> T. S a g m a n and H. S. T s i e n. Boundary Layer in compressible Fluids. «The Journal of the Aeronautical Sciences», 1938, vol. 5, № 6, p. 227—232.

А. И. Александров. Из истории инженерной графики Урала и Сибири. Свердловск, 1959, 102 стр.

В 1959 г. в Свердловске вышла книга А. И. Александрова «Из истории инженерной графики Урала и Сибири».

Работа А. И. Александрова (1890—1958) является дальнейшим развитием исследования истории русского чертежа. Основная задача книги — история развития чертежей Урала и Сибири. Сравнительная территориальная ограниченность темы не снижает ценности книги, а, наоборот, представляет интерес, поскольку Урал и Западная Сибирь были основными промышленными районами страны в XVIII в., первой половине XIX в., а затем с 30-х годов XX в. вновь стали играть весьма важную роль в экономике нашей страны.

На основе архивных материалов автор проследил изменения производственных чертежей с момента возникновения уральской промышленности до наших дней. Он уточнил важные даты, касающиеся инженерной графики Урала. В то же время А. И. Александров не обособляет инженерную графику Урала и Сибири от развития этой отрасли знания в целом.

А. И. Александров раскрывает роль рисунков и письменности в развитии науки и техники, доказывает невозможность изготовления деталей машин, осуществления производственного процесса без чертежей. Автор показывает, как уже в глубокой древности люди начали передавать мысли посредством специального «языка техники» — графики. Кратко, на ярких примерах автор показал роль графики в производстве и зодчестве в древности и средневековье. Первоначально инженерная графика пользовалась рисунками, которые постепенно развивались, специализировались (т. е. приспособились к нуждам производства) и превращались в чертежи.

На основе анализа А. И. Александров доказал, что такое превращение в России произошло в первой четверти XVIII в. (проекции по методу третьего квадранта). Вместе с развитием техники происходило изменение и совершенствование чертежей.

В отличие от ранее вышедших работ, в книге А. И. Александрова впервые рас-

сматривается вопрос о подготовке специалистов по черчению на Урале. Автор называет имена уральских чертежников XVIII—XIX вв., — людей, непрерывно совершенствующих инженерную графику.

В книге показаны перспективы для того времени работы первого уральского учителя черчения М. Аврамова, а также В. Шишкова, И. И. Ползунова, И. Е. Сафонова, В. И. Рожкова и др. Автор отмечает «отставание от жизни» официальных учреждений царской России, пытавшихся регламентировать отдельные элементы инженерной графики, в действительности существовавшие в практике. Следует, однако, отметить, что сенат и другие учреждения не разрабатывали приемов черчения и могли узаконить лишь то, что уже было известно.

Интересные сведения приведены о чертежных инструментах в России (стр. 39, 40). Этот материал является ценным дополнением статьи покойного профессора

<sup>1</sup> «Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР», 1959, т. 25, стр. 270—310.

## НОВЫЕ ИНОСТРАННЫЕ КНИГИ ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

### ОБЩАЯ ИСТОРИЯ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

«Actes du Symposium international des sciences physiques et mathématiques dans la première moitié du XVIIe siècle. Pise — Vinci 16—18 juin 1958». Paris. Hermann et Cie. Vinci (Firenze). Gruppo italiano di storia delle scienze. S. a. XII, 278 p., ill. (Coll. des travaux de l'Académie internationale d'histoire des sciences, № 11).

«Труды международного симпозиума по истории физических и математических наук в первой половине XVII в., состоявшегося в Пизе — Винчи в июне 1958 г.». На симпозиуме заслушаны 25 докладов.

Needham J. and Wang Ling. Science and civilization in China. Vol. 1—3. Cambridge. At the Univ. press. 1954—1959, vol. 1. Introductory orientations. 1954. XXXVIII, 318 p., pl., ill., maps. Vol. 2. History of scientific thought. 1956. XXIV, 697 p., ill., pl. Vol. 3. Mathematics and the sciences of heavens and the earth. 1959. XLVII, 877 p., pl.

«Наука и цивилизация Китая». Т. 1. Вводные указания. Т. 2. История научного мышления. Т. 3. Науки математические; науки о небесных телах; науки о Земле. Sarton G. A history of science. Vol. 2. Hellenistic science and culture in the last three centuries. B. C. Harvard Univ. pr. London. Oxford Univ. press. 1959. XXVI, 554 p.

«История науки», т. 2. Эллинистическая

Д. И. Каргина «Очерк истории чертежных инструментов»<sup>1</sup>.

Хотя книга А. И. Александрова посвящена специальному вопросу развития инженерной графики, в ней много новых интересных сведений по истории техники Урала.

В книге А. И. Александрова подробно рассмотрены данные о Тамгинском заводе, техника Алапаевских рудников и заводов, конструкции турбин И. Е. Сафонова и В. И. Рожкова, прокатные станы, кричные производства Кушиского и Режевского заводов, лесопильные мельницы, подолы и подъемные шахтные устройства, паровые машины, первый локомотив и многое другое.

Автор кратко освещает также и вопрос о развитии науки по теоретической и прикладной графике. Книга хорошо иллюстрирована и, безусловно, интересна читателю.

А. А. Кузин

наука и культура в последние три века до н. э.

Последний том незавершенного восьмитомного издания по истории науки (вышел посмертно).

«Critical problems in the history of science». Ed. Marshall Clagett. Madison. The University of Wisconsin press. 1959. (Proceedings of the Institute for the History of Science at the University of Wisconsin, September 1—11, 1957).

«Критические проблемы истории науки». M a r s a k L. M. Bernard de Fontenelle: the idea of science in the French enlightenment. Philadelphia. The American Philosophical Society. 1959.

«Фонтенель: наука в эпоху французского Просвещения».

### ИСТОРИЯ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

«Turning points in physics». A series of lectures given at Oxford University in Trinity Term. 1958. R. J. Blinsoyle, D. ter Haar, K. Mendelssohn, G. Temple, F. Waismann and D. H. Wilkinson, with an introduction by A. C. Crombie. Amsterdam. North — Holland Publ. Co. 1959. 190 p.

«Поворотные моменты в развитии физики». Сборник лекций, прочитанных в Оксфордском университете в 1958 г. Galilei G. On motion and on mechanics. Comprising De Motu (Ca 1590). Translated with introduction and notes by Still-

man Drake. Madison, Wisconsin. University of Wisconsin press. 1960. VIII, 193 p. (Univ. of Wisconsin publ. in medieval science, 5).

«О движении. О механике».

Stevin S. The principal works of Simon Stevin. Ed. by D. J. Struik. Vol. 2A. Mathematics. Vol. 2 B. Mathematics. Amsterdam. Swets and Zeitlinger. 1958. V, 1—456 p.; III, 457—976 p.

«Основные труды. Математика».

Biermann K.—R. Johann Peter Gustav Lejeune Dirichlet. Dokumente für sein Leben und Wirken. Berlin. Akademie — Verlag. 1959.

«М. П. Дирихле. Документы о его жизни и деятельности».

«Albert Einstein: philosopher — scientist.» Ed. by P. A. Schilpp. Vol. 1—2. New York. 1959. (Harper torchbooks science library...) V. 1. 1959. XII, 354 p., portr.

V. 2. 1959. XII, 357—781 p., portr. Список трудов А. Эйнштейна, стр. 694—760.

«Альберт Эйнштейн — философ-естествоиспытатель».

Born M. Physics in my generation. N. Y. Pergamon press. 1956. 232, VII p. «Физика в жизни моего поколения».

#### ИСТОРИЯ ХИМИИ

Weer J. J. The emergence of the German dye industry. Urbana. The University of Illinois press. 1959. VII, 168 p.

«Возникновение промышленности красителей в Германии».

#### ИСТОРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК

Beck H. Alexander von Humboldt. Bd. 1. Wiesbaden. Franz Steiner Verlag. 1959.

Bd. 1. Von der Bildungsreise zur Forschungsreise 1769—1804. XVI, 303 S., Taf. Kart. Bibliogr.

«Александр Гумбольдт».

#### ИСТОРИЯ МЕТАЛЛУРГИИ

Aitchison L. A history of metals. Vol. 1—2. London. Macdonald & Evans. 1960. 647 p., ill.

«История металлов».

#### ИСТОРИЯ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Villalobos R. Sergio. Darwin y Chile. Santiago. Ed. Universitaria. 1960. «Дарвин и Чили».

#### ИСТОРИЯ СВЯЗИ

Durham J. Telegraphs in Victorian London. Cambridge. The Golden Head Press. 1960.

«Телеграф в Лондоне в эпоху Виктории».

#### ИСТОРИЯ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Woodbury R. S. History of the gear-cutting machine. A historical study in geometry and machines. Foreword by Abbott Payson Usher. Cambridge, Mass. The Technology press. 1958 (Technology monographs-Historical series 1).

«История машин для резки».

Woodbury R. S. History of the grinding machine. A historical study in tools and precision production. Cambridge, Mass. The Technology press. 1959 (Technology monographs - Historical series 2).

«История шлифовальных станков».

Woodbury R. S. History of the milling machine. Cambridge, Mass. The Technology press. 1960 (Technology monographs — Historical series 3).

«История фрезерных станков».

#### ИСТОРИЯ ТРАНСПОРТА

Rae J. B. American automobile manufacturers. The first forty years. Philadelphia and New York. Chilton Co. Book Division. 1959. 223 p., ill., plates.

«Первые 40 лет производства автомобилей в США».

## ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

### К 250-летию со дня рождения М. В. ЛОМОНОСОВА

В связи с предстоящим в 1961 г. 250-летием со дня рождения М. В. Ломоносова бюро президиума АН СССР разработало мероприятия по подготовке к этому юбилею.

Президиум обратился через Советский комитет защиты мира во Всемирный Совет Мира о признании 250-летия со дня рождения М. В. Ломоносова всемирным юбилеем.

В дни юбилея будут проведены торжественные сессии общего собрания АН СССР и отделений АН СССР, а также ученых советов институтов, посвященные важнейшим достижениям советской науки.

Роль М. В. Ломоносова в развитии русской науки получит широкое освещение в издаваемых отделениями и институтами научных журналах. Будут выпущены юбилейные медали и нагрудные значки с изображением М. В. Ломоносова, а также издана научно-популярная брошюра, посвященная М. В. Ломоносову.

Экспозиция Ломоносовского музея будут обновлены, а в Московском Доме ученых организуется выставка юбилейных изданий, посвященных великому русскому ученому.

Ряд зарубежных ученых приглашены выступить в советской печати со статьями, посвященными М. В. Ломоносову.

Для подготовки мероприятий, связанных с юбилеем, создан организационный комитет в следующем составе:

Песмяков А. И. — академик (председатель комитета).

Топчиев А. В. — академик, вице-президент АН СССР (заместитель председателя комитета).

Островитянов К. В. — академик, вице-президент АН СССР.

Лаврентьев М. А. — академик, вице-президент АН СССР.

Келдыш М. В. — академик, президент АН СССР.

Ариимович Л. А. — академик, академик-секретарь отделения физико-математических наук АН СССР.

Семенов Н. Н. — академик, академик-секретарь Отделения химических наук АН СССР.

Щербаков Д. И. — академик, академик-секретарь Отделения геолого-географических наук АН СССР.

Сисакин Н. М. — академик, академик-секретарь Отделения биологических наук АН СССР.

Благоправов А. А. — академик, академик-секретарь Отделения технических наук АН СССР.

Жуков Е. М. — академик, академик-секретарь Отделения исторических наук АН СССР.

Федосеев П. И. — академик, академик-секретарь Отделения экономических, философских и правовых наук АН СССР.

Виноградов В. В. — академик, академик-секретарь Отделения литературы и языка АН СССР.

Петровский И. Г. — академик, ректор МГУ Кириллин В. А. — член-корреспондент АН СССР.

Агошков М. И. — член-корреспондент АН СССР.

Вовченко Г. Д. — профессор, проректор МГУ.

Сурков А. А. — генеральный секретарь Союза писателей СССР.

Кафтанов С. В. — председатель Комитета по радиовещанию и телевидению.

Прокофьев М. А. — заместитель министра высшего и среднего специального образования СССР.

Афанасенко Е. И. — министр просвещения РСФСР.

Просветова Е. Я. — заместитель председателя Мосгорисполкома.

Смирнов П. И. — председатель Ленгорисполкома.

Новиков К. А. — председатель Архангельского областного исполнительного комитета.

Фигуровский И. А. — доктор химических наук, директор Института истории естествознания и техники АН СССР (ученый секретарь комитета).

## В ЛЕНИНГРАДСКОМ ОТДЕЛЕНИИ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР

Внимание ученых, объединяемых Ленинградским отделением Института истории естествознания и техники АН СССР, сосредоточено на изучении творчества М. В. Ломоносова, истории Академии наук, а также на разработке отдельных проблем по истории физико-математических биологических и технических наук.

В связи с предстоящим в ноябре 1961 г. празднованием 250-летия со дня рождения М. В. Ломоносова к изданию готовится несколько фундаментальных трудов. Заключается работа над «Летописью жизни и научной деятельности М. В. Ломоносова» (редактор В. Л. Ченакал). На основании тщательных архивных разысканий в труде освещается жизнь и многообразная научная деятельность великого русского ученого; впервые устанавливается ряд существенно важных дат в истории русской науки. Подготовлена к печати «Иконография М. В. Ломоносова» (М. Е. Глинка), завершается составление монографий «Научная биография М. В. Ломоносова» (Н. А. Фигуровский и В. Л. Ченакал) и «Ломоносов и Петербургская Академия наук» (М. И. Радовский), подготовлен к печати пятый юбилейный том сборника «Ломоносов» (четвертый том вышел в 1960 г.) и некоторые другие работы.

К юбилею обновляется экспозиция популярного в Ленинграде мемориального музея М. В. Ломоносова. Экспонаты и новые витрины расскажут не только о жизни и деятельности русского ученого, но и осветят развитие научных идей М. В. Ломоносова в наши дни.

Ленинградские ученые оказывают помощь при создании сценария, посвященного основоположнику русской науки.

К печати подготавливается третий том «Истории Академии наук» (первый том вышел в 1958 г., второй в настоящее время редактируется). Разработан проспект этого тома, который включает историю Академии наук с первых дней Великой Октябрьской социалистической революции до нашего времени. В нем должна быть показана выдающаяся роль Академии наук в развитии науки в нашей стране.

В составлении третьего тома примут участие ученые различных областей науки.

Интересные разыскания по истории развития советской радиотехники проводит Б. А. Остроумов. Автор связывает первые шаги радиотехники с ее современным развитием. Одновременно готовится к печати сборник документов «Нижегородская радиолоборатория имени В. И. Ленина в отчетах и документах». В этой работе систематизируются документальные данные об исключительно важном и интересном периоде развития советской радиотехники.

Заключена работа над рукописью «Избранные труды Кирхгофа» (Т. Н. Горштейн).

Завершается «История баллистики до середины XIX в.» (А. П. Мандрыка). Предварительные сообщения, сделанные автором на заседании ученого совета отделения, получили одобрение специалистов.

Готовится к выпуску «Очерки по истории металлорежущих станков до середины XIX в.» (Ф. Н. Загорский). Непосредственным продолжением этой темы являются «Очерки по истории металлорежущих станков в XX столетии». Большой интерес, в частности, представляют сведения о «забытом» станкостроителе Степанове и ряд других материалов.

Готовится к печати монография по истории вяжущих веществ (И. Л. Значко-Яворский). Автор, кроме изучения письменных источников, провел анализы и пробы вяжущих веществ, применявшихся с VI в. до н. э. вплоть до XIX столетия. Сочетание химико-технического эксперимента с историко-этимологическими исследованиями оказалось весьма плодотворно. Ряд выводов, сделанных автором, имеет непосредственное отношение к актуальным вопросам твердения вяжущих растворов, бетонов, а также прочности современных сооружений.

Заключен, основанный в значительной мере на архивных материалах, четырехтомный труд «Русские эволюционисты до Дарвина» (Б. Е. Райков).

В результате десятилетней работы над сочинениями и рукописями знаменитого эмбриолога подготавливается к изданию «Научная биография Вэра» (Б. Е. Райков). Книга, ярко рисующая крупнейшего русского ученого, рассчитана на широкий круг читателей.

Завершается работа над монографией по «Истории сравнительной анатомии во второй половине XVIII века и первой половине XIX века» (И. И. Канаев).

Хорошие отзывы получили законченные и готовые к изданию монографии, посвященные А. Н. Протасову (Т. А. Красоткина), зоологу К. Ф. Кесслеру (Н. Н. Ващина) и ботанику А. Ф. Баталлину (К. В. Рязанская). Книги, написанные в значительной мере на основании архивного материала, содержат новые, впервые публикуемые сведения и знакомят читателя с жизнью и творчеством русских ученых.

В начале года вышел в свет том трудов по истории биологии, включающий 12 работ, написанных учеными Ленинграда.

П. П. Перфильев  
(Ленинград)

## КОНФЕРЕНЦИЯ, ПОСВЯЩЕННАЯ РУССКО-ФРАНЦУЗСКИМ НАУЧНЫМ СВЯЗЯМ

Дружеские отношения между учеными нашей страны и Франции начались более 200 лет назад. Они сыграли и играют большую роль в развитии науки обеих стран. Этому вопросу была посвящена конференция о русско-французских научных связях, состоявшаяся в Ленинграде в марте 1960 г.

В докладах и выступлениях кратко охарактеризованы научные связи ученых России и Франции в XVIII и XIX столетиях.

Избрание Петра I иностранным членом Парижской академии явилось началом развития научных контактов между обеими странами, и уже в 1735 г. можно было говорить о «тесной связи» между французскими и русскими учеными. Особенно окрепли эти связи после подписания договора между СССР и Францией в 1932 г. Во время дискуссии во Франции в палате депутатов, посвященной этому договору, выдающийся государственный деятель Эдуард Эррио призвал к дальнейшему расширению научных и культурных связей между Францией и Советским Союзом.

В докладе на конференции профессор Б. А. Остроумов сообщил, что Петербургская Академия наук приняла деятельное участие в работе Международной ассоциации по установлению единства мер и весов и в составлении Конвенции о введении метрической системы в государствах.

Т. Н. Горштейн осветила деятельность знаменитого французского физика Ланжевена. В 1929 г. Ланжевен был избран почетным членом АН СССР. Он принимал участие в организации общества Франция — СССР и некоторое время был его председателем.

Интересные сведения о знаменитом французском естествоиспытателе Бюффоне и его

школе сообщил профессор И. И. Канаев. Он напомнил, что одним из ранних последователей Бюффона был русский биолог Афанасий Каверзанев, развивавший его эволюционные взгляды. В дар Национальному музею естественной истории, созданному Бюффоном в Париже, Петербургская Академия наук послала различные минералы и кости мамонта.

В фондах Архива АН СССР, как сообщила Г. Е. Павлова, выявлено около 100 неопубликованных писем выдающегося французского астронома Ж. Лаланда, избранного в 1764 г. почетным членом Петербургской Академии наук.

Почетным членом Академии являлся французский геодезист и путешественник Ла-Кондамин. О его переписке с Ломоносовым сделал сообщение Ф. Н. Загорский. Астроном Леверье также обменивался астрономическими и метеорологическими сведениями с Академией (сообщение Т. Н. Кладов).

Доклад Н. М. Раскина (Архив АН СССР) был посвящен истории научных связей русских и французских химиков конца XVIII и начала XIX в.

Дочь А. С. Попова — Е. А. Попова-Кьяндская рассказала об интересе изобретателя радио к достижениям французских ученых и сообщила о его переписке с некоторыми из них. А. С. Попов отмечал работы французского инженера Дюклетте, посвященные развитию радиосвязи.

Большой интерес вызвали также сообщения: «Петр I и Парижская АН» (М. И. Радовский), «Вольтер и Петербургская АН» (Л. В. Жигалова), «Эйлер и французские ученые его времени» (Ю. Х. Колпелевич) и др.

П. П.  
(Ленинград)

## ИЗДАНИЕ «ИСТОРИИ АКАДЕМИИ НАУК СССР»

Усилиями большого коллектива историков науки, возглавляемого вице-президентом Академии наук СССР академиком К. В. Островитиновым, подготовлен и в 1958 г. издан первый том «Истории Академии наук СССР», в котором освещается ее деятельность с 1724 г. до 1803 г.

В 1960 г. завершена работа над вторым томом (1803—1917). Эти материалы рассматриваются в отделениях Академии наук, после чего они будут сданы в печать.

В настоящее время ведется подготовка третьего тома, посвященного деятельности

АН СССР за советские годы. В этом томе будет показана руководящая и направляющая роль Коммунистической партии в развитии передовой советской науки, освещен процесс превращения Академии наук в крупнейшее научное учреждение СССР — штаб советской науки, отражена история развития главных научных дисциплин, разрабатываемых учреждениями АН СССР.

Ставится задача показать роль советской науки как могучего орудия трудящихся СССР в борьбе за мирное развитие производительных сил. Видное место



займут и вопросы, относящиеся к международным научным связям советских ученых.

Работа над третьим томом «Истории АН СССР» неоднократно обсуждалась президиумом Академии наук. Еще в апреле 1955 г. президиум АН СССР обязал все академические учреждения подготовить и представить в Институт истории естествознания и техники материалы, относящиеся к их истории за послеоктябрьские годы. Такие материалы поступили от большинства учреждений, объединяемых отделением физико-математических, химических, геолого-географических, биологических и технических наук. Значительный интерес представляет, например, очерк о развитии Института органической химии им. Н. Д. Зелинского, в котором приведены ценные сведения о структуре, личном составе, главнейших направлениях деятельности этого научного учреждения. Авторы очерков о филиалах Академии наук рассказывают о состоянии научной работы в национальных республиках и областях СССР.

## РАБОТЫ ПО ИСТОРИИ НАУКИ В ЭСТОНИИ

Изучению истории науки в прибалтийских республиках стали уделять серьезное внимание только в последнее десятилетие. Одним из первых эстонских ученых, занимающихся вопросами истории науки, в частности историей Тартуского университета, является профессор Э. Э. Мартинсон. В 1954 г. он опубликовал монографию<sup>1</sup>; профессор Тартуского университета [Г. И. Роотсмяэ] опубликовал статью о деятельности академика В. Я. Струве в Тарту<sup>2</sup>; профессор Г. А. Ряго — статью о жизни и деятельности четырех замечательных математиков Тартуского университета: М. Бартельса, Ф. Миндинга, Ф. Э. Молина и Г. В. Колосова<sup>3</sup>.

Старший научный сотрудник Института физики и астрономии АН Эстон. ССР

К сожалению, учреждения гуманитарных отделений Академии наук до сих пор не представили материалов, освещающих историю их деятельности.

В соответствии с указанием президиума в 1958 г. отделения представили для третьего тома более 200 статей по истории науки. Авторы статей — крупные советские ученые, создатели научных школ и направлений и их сотрудники. Сейчас подготовлен подробный план тома, написаны отдельные главы первой вводной статьи.

В июле 1960 г. президиум Академии наук СССР снова обсуждал вопрос об издании трехтомника «История Академии наук СССР». Принято решение, чтобы отделения рассмотрели план третьего тома. В состав редакционной коллегии «Истории Академии наук СССР» введены академики А. Н. Несмеянов и А. В. Тончев.

Третий том утвержден в объеме 100 п. л. и будет издан в двух частях.

А. В. Предтеченский, А. В. Кольцов  
(Ленинград)

Г. А. Желнин опубликовал в 1952 г. работу, освещающую историю геодезических исследований В. Я. Струве, проведенных на территории Эстон. ССР<sup>4</sup>. Помимо этого, в 1953 и в 1957 гг. он опубликовал статьи<sup>5</sup>, также посвященные истории геодезии в Эстон. ССР.

Вместо с Г. А. Желниним вопросами истории астрономии в Эстонии начал заниматься сотрудник Института физики и астрономии АН Эстон. ССР П. В. Мюрсепп. Он написал обзорную статью о Тартуской астрономической обсерватории, которая опубликована в 1955 г. в Англии<sup>6</sup>. В этой статье рассказывается об инструментах обсерватории и основных направлениях работы (изучение звезд и тел солнечной системы, динамика звездных си-

стем, геодезия). Позднее Г. А. Желнин и П. В. Мюрсепп продолжили эту тему в новых статьях<sup>7</sup>.

С 1958 г. П. В. Мюрсепп занимается научением биографией знаменитого оптика Бернхарда Шмидта — уроженца Эстонии, которому исследователь посвятил несколько статей<sup>8</sup>. В последнее время автор получил новые интересные сведения о деятельности Б. Шмидта в Таллине.

Г. А. Желнин написал статью для библиографического словаря о бывших директорах Тартуской астрономической обсерватории в гарце, Калузене и Левинском. В настоящее время он изучает историю Тартуской астрономической обсерватории<sup>9</sup> и продолжает работать над «Историей Тартуской астрономической обсерватории с 1894 г. по настоящее время». В связи с юбилеем начала работ по метеорологии и физике атмосферы в Тарту Институт физики и астрономии предусматривает издание работы «100 лет Тартуской метеорологической обсерватории». Вопросы истории астрономии занимают и члены Эстонского отделения Всесоюзного астрономо-геодезического общества<sup>10</sup>.

Развитию географических знаний в Эстонии посвящен ряд работ сотрудников кафедры географии ТГУ. Так, Э. Вареп в 1958 г. опубликовал работу «О некоторых картах России в атласе П. Б. Гомана 1725 г.»<sup>11</sup>, Л. Васильев «О первых основных нивелирных работах на территории Эстонской ССР»<sup>12</sup> и т. д.

В научной конференции 1957 г. по обсуждению некоторых теоретических проблем истории естествознания и техники, затронутых в книге Д. Бернала «Наука

в истории общества», также принимали участие эстонские ученые<sup>13</sup>.

По инициативе академика Латвийской ССР профессора П. Страдыня в 1958 г. в Риге созвана Первая конференция по истории науки прибалтийских республик. Вторая такая конференция проведена в 1959 г. в Тарту. На этой конференции заслушано 20 докладов, из которых пять принадлежат ученым Тарту: «Исторический очерк по картографии Эстонии» (Э. Вареп), «Профессор П. Я. Пэрна — первый физиолог-эстонец (1878—1923)» (Э. Мартинсон), «П. Хеллат как врач-просветитель» (В. Калинин), «Доктор Фридрих Роберт Фельман как исследователь холеры и дизентерии» (Э. Таллейстер), «О сборе материалов по народной медицине» (М. Каск и К. Виллако).

В ноябре 1959 г. в Вильнюсе состоялась Третья межреспубликанская конференция по вопросам истории естествознания и техники в Прибалтике. В программе этой конференции также были предусмотрены доклады представителей Эстонской ССР (Э. Ф. Вареп, Г. А. Желнин, Ю. Г. Лумисте, Э. Э. Мартинсон, П. В. Мюрсепп, Х. М. Треуман). Тезисы докладов опубликованы в сборнике конференции<sup>14</sup>.

Особое внимание участников конференции привлек доклад Х. М. Треумана «Некоторые замечания об истории астрономии в Таллине (XV—XVIII вв.)». Автор осветил до сих пор не исследованные обстоятельства зарождения и развития первого на севере Прибалтики астрономического центра, организованного профессором А. Бартоломееусом при Таллинской академической гимназии.

<sup>1</sup> Г. А. Желнин и П. В. Мюрсепп. Вестественные памятники научной деятельности В. Я. Струве в Тартуской астрономической обсерватории в период 1812—1839 гг. «Труды Ин-та истории естествознания и техники», 1957, т. 17, стр. 473—484; Г. А. Желнин и П. В. Мюрсепп. Об истории Тартуской астрономической обсерватории (Tartu Astronoomia Observatooriumi ajaloo). «Календарь Тартуской астрономической обсерватории», 1959, стр. 32—40 (на эстонском языке).

<sup>2</sup> П. В. Мюрсепп. Замечательный оптик XX века Бернхард Шмидт — уроженец Эстонии (Bernhard Schmidt — Eesti pärinev XX sajandi silmapaistvaim optik). «Календарь Тартуской астрономической обсерватории», 1959, стр. 77—84 (на эстонском языке); Р. Мигсерс (Mütserr, Мюрсепп). Ievõjamais 20. gs. optikis В. Smidts, Zvaigžnotā debess. Tartu 1960. gada pavasarī (на латышском языке); П. В. Мюрсепп. Замечательный оптик XX века Бернхард Шмидт (1879—1935) — уроженец Эстонии. «Изв. АН Эстон. ССР», серия техн. и физ.-мат. наук, 1960, № 2.

<sup>3</sup> G. Zelins. Tartu astronoomiskās observatorijas 150 gadi. Zvaigžnotā debess, 1959. gada vasara (на латышском языке).

<sup>4</sup> А. Вуук. Из истории астрономических наблюдений в г. Таллине. «Календарь Тартуской астрономической обсерватории», 1955 (на эстонском языке); А. Вуук. Об астрономических наблюдениях в северной Эстонии в XVIII веке. «Календарь Тартуской астрономической обсерватории», 1955 (на эстонском языке).

<sup>5</sup> Э. Вареп. О некоторых картах России в атласе П. Б. Гомана 1725 г. «Ежегодник Эстонского геогр. об-ва, 1958». Таллин, Изд-во АН Эстон. ССР, 1959, (на эстонском языке).

<sup>6</sup> Л. Васильев. О первых основных нивелирных работах на территории Эстонской ССР. «Ежегодник Эстонского геогр. об-ва, 1958». Таллин, Изд-во АН Эстон. ССР, 1959 (на эстонском языке).

<sup>7</sup> П. В. Мюрсепп. Конференция, посвященная обсуждению произведения Д. Бернала «Наука в истории общества». «Изв. АН Эстон. ССР», серия техн. и физ.-мат. наук, 1957, № 4 (на эстонском языке); П. В. Мюрсепп. Встреча с Дж. Берналом. «Edeci» (7 января 1958 г., на эстонском языке).

<sup>8</sup> III Межреспубликанская конференция по вопросам истории естествознания и техники в Прибалтике. Тезисы докладов. Вильнюс, Газетно-журн. изд-во, 1959.

<sup>1</sup> Э. Э. Мартинсон. История основания Тартуского университета. Л., Изд-во ЛГУ, 1954; Э. Э. Мартинсон. Исторические связи Тартуского (б. Юрьевского) университета с русской наукой. Таллин, 1951, 82, стр.

<sup>2</sup> Т. Я. Роотсмяэ. Академик В. Я. Струве и его деятельность в Тартуском университете. «Уч. зап. Тартуского гос. ун-та», 1955, № 37.

<sup>3</sup> Г. А. Ряго. Из жизни и деятельности четырех замечательных математиков Тартуского университета. «Уч. зап. Тартуского гос. ун-та», 1955, № 37.

<sup>4</sup> Г. А. Желнин. О базе Струве в районе поселка Симуна Эстон. ССР. «Публикации Тартуской астрономической обсерватории», 1952, т. 32, № 1, стр. 45—60.

<sup>5</sup> Г. А. Желнин. Развитие основных астрономо-геодезических работ на территории Эстонской ССР в период 1811—1940 гг. «Изв. АН Эстон. ССР», 1953, № 1; Г. А. Желнин. Возможности определения вертикального смещения земной поверхности на территории Эстон. ССР по данным повторных нивелировок. «Изв. АН Эстон. ССР», серия физ.-мат. и техн. наук, 1957, т. 6, № 3.

<sup>6</sup> P. Miggerr. The Tartu astronomical observatory. «J. Brit. Astron. Assoc.», 1955, vol. 65, № 6, pp. 236—240.

В 1957 г. в Обществе испытателей природы при АН ЭССР организована секция точных наук. В 1960 г. секция провела в Тарту конференцию по истории естествознания, на которой заслушано 17 докладов по различным областям истории естествознания в Эстонской ССР. Материалы конференции будут опубликованы.

В программу междувузовской конференции по истории физико-математических наук,

проведенной в 1960 г. в Москве, также включены доклады эстонских ученых: Ю. Г. Лумисте «Предвосхищение формул Френе в 1831 г. в сочинении деринского математика К. Е. Зенфа», М. А. Эляго «Эстонский физик Похан Вилли как сорудник академика Б. Б. Голицына».

И. В. Мюрсенн  
(Тарту)

## УКРАИНСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

22—24 ноября 1960 г. в Киеве проведена научная конференция по истории естествознания и техники, созданная Украинским отделением Советского национального объединения историков естествознания и техники. Конференция вызвала значительный интерес научно-технической общественности республики.

В работе пленарных и секционных заседаний приняло участие около 300 человек — представители Харькова, Львова, Сталино, Одессы, Днепрпетровска, Николаева, Луганска, Полтавы, Каменец-Подольска и Ужгорода, а также Москвы, Ленинграда и Новосибирска.

Вице-президент АН УССР академик А. Н. Щербань, открывший конференцию, отметил, что организация Украинского отделения Советского национального объединения сыграла положительную роль в развитии на Украине исследований в области истории естествознания и техники.

В докладе председателя комитета отделения АН УССР К. К. Хренова отмечен рост численности Украинского отделения, насчитывающего более 400 человек, из которых 50 академиков и членов-корреспондентов АН УССР, 59 докторов и 178 кандидатов наук.

Докладчик дал характеристику деятельности секций отделения и подвел итоги работы<sup>1</sup>.

Задачей особой важности является подготовка работ к 50-летию Великой Октябрьской социалистической революции. Планы отделения предусматривают выполнение в ближайшие годы ряда обобщающих исследований по истории естествознания и техники. Среди них комплексное изучение (под руководством вице-президента АН УССР академика АН УССР А. П. Щербаня) истории развития Донецкого бассейна; будет подготовлена работа «История развития литейного производства на Украине» (под руководством члена-корреспондента АН УССР А. А. Горшкова) и др. Запланированы также исследования, как «История разви-

тия машиностроения на Украине» (под руководством академика АН УССР А. А. Василенко) «Развитие науки об устойчивости материалов» (академик АН УССР С. В. Серпенсен). Кроме того, намечаются такие работы, как «Развитие энергетической техники в УССР», «История развития в УССР строительной техники», «История развития геологии», «История отечественной математики», «История развития биологии на Украине», «Очерки истории развития техники на Украине» и «Очерки истории развития естествознания на Украине». Будет продолжена работа по подготовке и изданию серии брошюр «История заводов УССР» и «Люди отечественной науки и техники» и др.

Ученый секретарь Советского национального объединения историков естествознания и техники А. Т. Григорьян ознакомил присутствующих с планом научных исследований по истории естествознания и техники, намеченных на 1961—1965 гг.

На пленарном заседании был заслушан также доклад академика АН УССР И. Т. Швеца «В. И. Ленин и электрификация СССР».

Охарактеризовав выдающуюся роль В. И. Ленина в электрификации нашей страны, докладчик на конкретных примерах показал развитие ленинских идей электрификации и огромный прогресс, достигнутый в этой области в Советском Союзе.

Следующий день конференции был посвящен заседаниям секций, на которых заслушано около 50 докладов.

В секции истории математических наук: «О работе коллектива авторов по подготовке монографии по истории отечественной математики» (И. З. Штокало и И. Б. Погребынский); «О первых исследованиях по математическому анализу и дифференциальным уравнениям в Петербургской Академии наук» (Н. И. Симон); «Выдающийся венгерский математик Янош Войля» (Л. Н. Грацианская); «Староавилонская планиметрия и условия ее развития» (Г. С. Раздимаха); «Ифини-

тезимальные методы в индийской математике XV—XVIII ст. ст.» (Э. Я. Бахмутская) и др.

В секции истории геолого-географических наук: «История геологических исследований Криворожского бассейна до 1900 г.» (С. П. Родионова); «История исследований четвертичных отложений в УССР» (П. К. Заморий и Г. И. Молявко); «Значение идей Д. Геттона и Ж. Ламарка в создании системы Ч. Дарвина» (А. И. Равинович); «Первая инструментальная съемка Донецкого бассейна» (Е. О. Новик) и др.

В секции истории биологических наук: «Зоологические исследования на Украине в годы Советской власти» (А. П. Маревич); «К вопросу симметрии и асимметрии в живой природе» (И. П. Демечук) и др.

В секции общих вопросов истории техники: «Роль истории техники в деле социалистического строительства» (Ю. А. Анисимов); «История техники и прогнозы технического прогресса» (А. Ю. Голяп-Никольский).

В секции истории энергетики: «Главные этапы электрификации Украинской ССР» (Г. А. Клименко); «История гидроэнергетики УССР (малые и средние реки)» (Л. С. Хилобоченко) и др.

В секции истории механики и машиностроения: «Развитие сельхозмеханики на Украине» (А. А. Василенко); «Железные дороги Украины в 1865—1965 гг.» (В. И. Ангелейко); «Развитие теоретических работ в области гидравлики» (Д. П. Черетенко) и др.

В секции истории горного дела и металлургии: «История развития труболитейного производства на Украине» (А. А. Горшков); «История металлургии и литейного дела в Китае» (А. М. Петриченко); «Из истории механизации угледобычи в СССР» (Г. М. Добров); «Развитие отечественных машин непрерывного действия для открытых горных работ» (Н. З. Гармаш) и др.

В секции истории архитектуры и строительной техники: «Первоочередные

задачи по изучению истории строительной техники УССР» (Б. П. Хакало); «История строительства метрополитенов в СССР» (Л. Д. Саврыкин); «Из истории железобетона в СССР» (А. Э. Лопатто) и др.

При обсуждении докладов были высказаны пожелания о дальнейших направлениях исследований.

На заключительном пленарном заседании заслушаны доклады академика АН УССР В. Г. Бондарчука «Достижения в изучении геологического строения УССР за годы Советской власти», члена-корреспондента АН УССР М. В. Пасечника «История физики на Украине» и доклад кандидата технических наук Г. М. Доброва «Об идеологической борьбе в области истории техники».

В. Г. Бондарчук подвел итоги изучения геологии Украины в советский период, осветил историю развития геологических представлений о важнейших горно-промышленных районах УССР, охарактеризовал перспективы развития этой науки и важнейшие направления дальнейшего изучения геологии УССР. М. В. Пасечник показал большую роль украинских физиков в развитии советской физики и осветил работу научных школ в Киеве и Харькове.

Г. М. Добров на многочисленных примерах проиллюстрировал достигнутую большую остроту идеологическую борьбу в области истории естествознания и техники и показал реакционную сущность и антисоветскую направленность выходящей в капиталистических странах литературы в этой области. Докладчик обратил внимание на необходимость активной борьбы с враждебной буржуазной идеологией.

После обсуждения результатов конференции намечены мероприятия дальнейшего изучения истории естествознания и техники в УССР.

Ю. А. Анисимов  
(Киев)

## КОНФЕРЕНЦИЯ ЧЕХОСЛОВАЦКИХ ИСТОРИКОВ НАУКИ И ТЕХНИКИ

В начале октября 1960 г. состоялась Первая конференция чехословацких историков науки и техники, созданная Комиссией по истории естественных, медицинских и технических наук Чехословацкой Академии наук.

На конференции присутствовало более 100 чехословацких историков и научных работников разных специальностей, а также делегации советских (А. Т. Григорьян, П. А. Федосеев и М. И. Барсуков) и польских историков (А. Биркимайер, А. Теске).

В работе конференции приняли участие заместитель президента Чехословацкой Академии наук и председатель биолого-

медицинской секции академик П. Малек, председатель физико-математической секции академик П. Новак, академики В. Коржиник, Б. Немет, П. Влатны, С. Прат, Ф. Пинек и ректор Пражского политехнического института академик Т. Еждик, директор Исторического института и научный секретарь исторической секции академик П. Мацек, а также ряд членов-корреспондентов Академии наук, профессоров и преподавателей высших учебных заведений и других научных работников, занимающихся историей науки и техники.

На конференции была организована выставка, представлены архивные докумен-

<sup>1</sup> Материалы о деятельности Украинского отделения Советского национального объединения опубликованы в статье академика АН УССР К. К. Хренова «В Украинском отделении» («Вопросы истории естествознания и техники», 1960, вып. 10).

ты, касающиеся изучения истории чешской техники в XIX в.

Программа конференции предусматривала рассмотрение общих методологических вопросов, оценку современного состояния и разработку перспектив исследования истории чехословацкой науки и техники. Этим вопросам был посвящен доклад Я. Коржана «За научную разработку истории естественных, медицинских и технических наук».

Работа конференции началась с обсуждения доклада сотрудника отделения истории естествознания и техники Института истории Чехословацкой Академии наук И. Смолки. Докладчик указал на основную методологическую позицию, которая должна быть фундаментом научной марксистской разработки истории естествознания и техники. Особое внимание обращалось на главную задачу истории естествознания и техники — найти и доказать объективную оценку закономерности научного и технического развития. Докладчик коснулся также связи истории естествознания и техники с другими научными дисциплинами.

Важная задача чехословацких историков естествознания и техники состоит в разработке обзорных материалов по отдельным группам родственных дисциплин в Чехословакии. В связи с этим актуальным является вопрос периодизации истории науки.

В докладе указано на неудовлетворительность исследований и преподавания истории естествознания и техники в высших учебных заведениях республики; так, кроме медицинского факультета, истории естествознания и техники нигде не преподаются и мало где разрабатываются. Высказано пожелание, чтобы Комиссия по истории естественных, медицинских и технических наук АН Чехословакии больше помогала отдельным исследователям, особенно в вопросах методологии, проводила бы тематические семинары, помогала бы выбирать темы для отдельных работ.

Обсуждения по основному докладу продолжалась полтора дня. Особенное внимание в прениях уделено проблеме познания и доказательству закономерностей в естественнонаучных и технических исследованиях (М. Тейх и др.); эти вопросы конкретизированы в связи с подготовкой анализа работ по истории науки и техники в Чехословакии (Л. Новый). Была обсуждена периодизация (И. Смолка, О. Матоушек, Б. Юрек, И. Гаубелт); рассмотрены вопросы, связанные с местом исследований по истории естествознания и техники в общем развитии других научных дисциплин, особенно естественных (И. Сейдлерова), технических (Л. Еничек) и философских (З. Горский). Важным было выступление академика И. Малека, который указал на значение изучения истории науки и техники для развития научно-технического прогресса, для планирования науки и техники и т. д., и необходимость более тесных связей ученых-историков со специали-

стами по соответствующим научным дисциплинам.

Декал физико-математического факультета Карлова университета профессор А. Грегор выступил с докладом о развитии метеорологии в Чехословакии, профессор Ч. Шмане (руководитель одного из отделений Института по ядерным исследованиям Академии наук) рассказал о первых шагах ядерных исследований в Чехословакии; профессор В. Малюта рассказал о первых научных работах в области радиологии. Следует отметить доклад И. Боушки об исследованиях геомагнитических работ в Чехословацкой республике, А. Теске (Польша) о переносе польских ученых с А. Эйштейном в период его пребывания в Праге, выступление И. Сейдлеровой о характере физических исследований А. Маха и т. д. Интересные вопросы затрагивались в выступлении члена-корреспондента Академии наук Ф. Линна и Л. Крживского, которые коснулись значения исторических исследований для глубокого изучения естественнонаучных проблем, например, для определения длины периода редких явлений в исторической астрономии и метеорологии.

На заседании секции истории биолого-медицинских наук академика Б. Немец, С. Прат, Ц. Блатны, профессор Э. Франкербергер, профессор И. Достал и И. Клантерский говорили о различных сторонах развития биологии во второй половине XIX и в начале текущего века. Секция обсудила доклады о развитии биологических наук в Словакии (М. Юркович), об условиях исследования ботаники в Чехословакии в первой половине XIX в. (В. Сиудилова) и др. Профессор Р. Петер, М. Войтова, Р. Ружичка рассказали об истории медицинских наук в Чехословакии. Секция заслушала несколько сообщений чешских фармакологов (Русек, Драбек, Ганзлик).

На заседании секции по истории техники профессор Я. Коржан сделал обзор результатов исследований истории чехословацкой техники и поставил задачу создать авторские коллективы для написания обзоров.

Академик Ф. Пишек рассказал об изучении истории металлургического объединения, Ф. Песота осветил главные особенности истории металлургии в чешских землях в XIX в.; об истории металлургии в Словакии рассказал П. Гапак, об истории развития добычи угля и руды — И. Парма, о начале производства порландского цемента в чешских землях выступил Р. Барт.

На конференции с докладами выступили представители Советского Союза «Русско-чешские научные связи» (А. Т. Григорьян) и «Исследования по истории естествознания и техники в СССР» (И. А. Федосеев).

На заключительном заседании конференции 30 видным историкам физико-математических наук были вручены памятные

медали, изготовленные в связи с 250-летием со дня рождения Л. Эйлера.

Конференция обсудила резолюцию, в которой выражено мнение участников конференции об актуальности исследований по истории естествознания и техники, о необходимости повышать идеологический уровень и квалификацию научных работников, одобрено общее направление исследований по истории естествознания и техники и работа бывшей Комиссии естествознания и техники Чехословацкой Академии наук.

В резолюции отражены конкретные требования: необходимость расширения состава работников, изучающих историю науки, создание условий для самостоятельных работ по истории естествознания и техники; увеличение объема печатных изданий и выпуска их до четырех раз в год, улучшение работы с музейными и архивными материалами и т. д. Для расшире-

ния влияния истории естествознания и техники на воспитание молодых ученых предложено в высших учебных заведениях ввести преподавание истории науки и техники. В резолюции высказано пожелание созвать в 1963 г. вместе с марксистскими историками других стран научную конференцию, посвященную общим и методологическим вопросам.

Конференция показала, что в Чехословацкой Республике созданы благоприятные условия для дальнейшего развития истории науки и техники, что есть все условия для создания научного центра, что работы в области изучения истории науки и техники списали признание широкой научно-технической общественности.

Л. Новый, И. Смолка  
(Прага)

## ВОПРОСЫ ИСТОРИИ НАУКИ НА XXV МЕЖДУНАРОДНОМ КОНГРЕССЕ ВОСТОКОВЕДОВ

9—16 августа 1960 г. в Москве состоялся XXV Международный конгресс востоковедов. По составу этот конгресс был значительно шире всех предшествующих: в нем приняли участие 506 ученых Советского Союза и 936 ученых из 58 зарубежных стран. Наряду с делегатами из европейских стран и США, на конгрессе прибыло много ученых из стран Азии и Африки, в частности из Ганы, Гвинеи, Индии, Камеруна, Марокко, Объединенной Арабской Республики, Сенегала, Туниса, Уганды, Эфиопии. Участие в конгрессе представителей государств, недавно добившихся независимости, и народов, еще борющихся за свое освобождение, придало всей его работе особое значение. Работа конгресса протекала в атмосфере сотрудничества между учеными разных стран, что не исключало споров по ряду принципиальных вопросов.

Президентом конгресса был член-корреспондент АН СССР В. Г. Гафуров, вице-президентами — член-корреспондент АН СССР А. А. Губер, академик И. А. Орбели и профессор А. С. Первертайло. При открытии конгресса выступил первый заместитель председателя Совета Министров СССР А. И. Микоян. Все заседания происходили в помещении Московского университета на Ленинских горах.

В 21 секции конгресса было обсуждено 767 докладов, относящихся к древнему Египту, Вавилону и Ассирии, хеттам и Урарту, древним евреям, Византии, арабским странам, Ирану, Афганистану, Средней Азии, тюркам, монголам и тунгусо-маньчжурам, Турции, Кавказу, Индии, Юго-Восточной Азии, Китаю, Корее, Японии и Африке. Некоторые доклады зачитывались на объединенных собраниях

нескольких секций. Большинство докладов было посвящено историческим, экономическим и филологическим вопросам, некоторые — истории литературы и искусства. Значительно выросло (по сравнению с предыдущими конгрессами) число докладов по актуальным общественным проблемам современной жизни в странах Азии и Африки. Остановимся более подробно на докладах по истории науки и философии.

В секции ассириологии были зачитаны три доклада по истории математики и астрономии. А. А. Вайман (Ленинград) сделал доклад «Об изучении шумеро-вавилонской прикладной математики». Докладчик констатировал наличие в шумеро-вавилонской математике двух направлений — прикладного и теоретического, изучение взаимосвязи которых выдвигает ряд проблем. Для решения этих проблем необходимо рассмотрение не только математических, но и хозяйственных документов. Так, например, если в вавилонских математических текстах, как правило, применялась позиционная шестидесятиричная система, удобная для вычисления, то в хозяйственных текстах, где записываются только числовые результаты, применялась позиционная шестидесятиричная система, анализ которой проливает новый свет на происхождение позиционной системы.

К. Фогель (Мюнхен) прочел доклад «О пережитках догреческой математики у народов древности и средневековья»; докладчик рассматривал главным образом влияние математики древнего Египта и Вавилона на математику в древней Греции, эллинистических странах и в странах ислама в середине века. Большой интерес вызвали замечания Фогеля о возможных связях между математикой Вавилона и древнего Китая; докладчик основывался на

русском переводе китайской «Математики в девяти книгах», выполненном Э. Н. Березкиной. Было подчеркнуто участие многих народов Азии, Африки, Европы в создании общечеловеческой математической культуры.

И. И. Веселовский (Москва) в докладе «Звездная астрономия древнего Востока» высказал мысль о возможном влиянии астрономии древнего Египта на вавилонскую.

В вавилонском астрономическом тексте «Mul Apin» (около 700 г. до н. э.) имеются записи небесных явлений, которые могли быть наблюдаемы только между 3000 и 2700 гг. до н. э. Около 3000 г., согласно исследованию Мартини и Нейгебауэра, выработан астрономический метод ориентации древневавилонских храмов по некоторому большому кругу небесной сферы. Некоторые звезды этого круга около 3000 г. использовались египтянами для установления направления на север, так что вавилонский метод ориентации, возможно, имеет египетское происхождение.

В секции истории арабских стран были зачитаны два доклада по истории философии. Г. Симон (Берлин, ГДР) сделал доклад по истории проблемы универсалий в арабской философии. Особенно подробно рассмотрены связи этой проблемы с учением мутаизитов, а также учение об универсалиях у восточных последователей Аристотеля ал-Фараби и Ибн Сины. Дж. Ф. Хоуран (Али Арбор, США) остановился на учении известного арабского философа Ибн Ронда (Аверроэса) о добре и зле.

На объединенном заседании секций истории арабских стран и арабской филологии был сделан совместный доклад Б. А. Розенфельда (Коломна) и А. П. Юшкевича (Москва) «Предистория неевклидовой геометрии на средневековом Востоке». В докладе показано, что в трудах ал-Джауари (IX в.), Ибн ал-Хайсама (X—XI в.), Омара Хайяма (XI—XII в.), Насирэддина ат-Туси (XIII в.) содержалось существенное развитие теории параллельных, оказавшее большое влияние на последующую разработку ее в Западной Европе, начиная с XIV в. (Лев Герсонид) и затем в XVI—XVIII вв. (Клавий, Валлис, Саккери и др.). В ходе попыток доказательства аксиомы о параллельных математики Ближнего Востока, Египта и Средней Азии разработали методы и ввели понятия, получившие более полное развитие в новое время; более того, они по существу доказали некоторые простейшие теоремы, входящие в системы неевклидовой геометрии, хотя и были далеки от мысли о возможности таких систем.

В секции арабской филологии Т. А. Шумовский (Ленинград) сделал доклад об арабской морской энциклопедии, написанной в XV в. В секции истории Ирана М. Роухани (Париж) прочитал доклад о ранней персидской философии и о ее влиянии на философию других народов.

В секции истории Средней Азии М. Ни-

замуддин (Хайдерабад, Индия), руководитель издательства Османского университета, выступившего много классических сочинений средневековых мусульманских ученых, сделал доклад о научном творчестве среднеазиатского ученого ал-Бируни (X—XI в.), много работавшего в Индии. При обсуждении доклада Низамуддина было решено координировать усилия издательства Османского университета и Академии наук Узбекской ССР, издающих в настоящее время сочинения ал-Бируни. На этой же секции Т. Н. Кары-Ниязов (Ташкент) рассказал о некоторых результатах, полученных в астрономической обсерватории Улугбека в Самарканде (XV в.), а Я. Бакон (Братислава) дал анализ логики Ибн Сины, основываясь на его энциклопедическом трактате «Книга исцеления».

В секции кавказоведения Я. Шмидт (Берлин, ГДР) прочитал доклад о древнеармянской «Книге Зенона» и о подразделениях философии позднеантичного периода, а С. С. Аревшати (Ереван) — о номинализме в средневековой армянской философии.

Семь докладов по истории философии прочитано в секции индизмистики. В докладе Х. Р. Дивекара (Гвалюр, Индия) говорилось о рациональной интерпретации священной книги индийцев «Шураны». Б. Хейман (Лондон) привела примеры противоречий между европейской греко-латинской философией терминологией и индийскими понятиями. А. Кунст (Нью-Йорк) дал анализ буддийского понятия «видья». В. Рахула (Париж) рассказал о буддийских понятиях разума и материи. Д. Фридман (Лондон) прочел доклад о бесконечном регрессивном умозаключении и парадоксах бесконечного в индийской философии. Г. Р. Ванерджи (Стюартвилл, Британская Гвинея) остановился на некоторых вопросах индийской философии. А. К. Уордер (Эдинбург) сделал сообщение о наиболее ранней индийской логике.

В секции по изучению Юго-Восточной Азии К. Вхаттачарья (Париж) сделал доклад о влиянии индийской философии на философию Камбоджи.

Как мы видим, в прочитанных докладах освещены важные вопросы истории математики, астрономии, географии и философии. В то же время несомненно, что ученые разных стран, изучающие историю естествознания и техники, в частности ученые Советского Союза, могли бы представить конгрессу большие доклады по вопросам истории различных естественнонаучных дисциплин и техники в странах Востока.

На заключительном заседании конгресса было решено созвать следующий, XXVI Международный конгресс востоковедов в 1963 г. в Дели (Индия). Надо надеяться, что советские и зарубежные ученые, изучающие историю науки в странах Востока, учтут опыт состоявшегося конгресса.

Б. А. Розенфельд, А. П. Юшкевич

## МЕЖВУЗОВСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ИСТОРИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

В мае—июне 1960 г. в Москве состоялась Межвузовская конференция по истории физико-математических наук. Конференция обсудила вопрос об улучшении научно-исследовательской работы по истории физико-математических наук в высших учебных заведениях (К. А. Рыбников), рассмотрела учебные пособия и программы по истории математики и физики. В программе конференции были предусмотрены доклады о философских проблемах в области физико-математических наук на современном этапе,

о подготовке к 250-летию со дня рождения М. В. Ломоносова (Д. П. Гордеев) и др.

На заседаниях секций по истории математики, истории физики, истории механики и истории астрономии заслушано много докладов и сообщений.

В конференции приняли участие 400 специалистов по истории науки из 52 городов, представляющие университеты, педагогические институты и другие вузы, а также научно-исследовательские учреждения страны.

## III КОНГРЕСС ИСТОРИКОВ НАУКИ БЕНЕЛЮКСА

20—23 апреля 1960 г. в Люксембурге состоялся III Конгресс по истории науки Бельгии, Нидерландов и Люксембурга (Бенелюкса), организованный Обществом истории фармации Бенелюкса, Бельгийским и Люксембургским национальными комитетами по истории науки и Нидерландским обществом по истории медицины и естествознания. Ряд докладов был посвящен региональной истории: о нидерландских ученых, подготовивших создание исчисления бесконечно малых (А. Глоден), об анатомии в живописи северных Нидерландов (Б. А. Ляндебоом), о трех люксембургских фармацевтах — пионерах прикладной химии (А. Нымакс), о люксембургском медицине XVIII в. Крайтце (И. Пуинель), о П. Боддерте — критике «Таблицы родства животных» страбуржского ученого Н. Германа (Э. Вилкерштеймер) и др. Некоторые доклады касались

общих вопросов научного творчества, разбиралась оценка роли науки ее творцами (Ж. Пельзенер, Ж. Пир и др.).

Особое внимание уделено темам библиографического и палеографического характера: третьему изданию классического сочинения Везалия (1568), српленито миниатюр в латинском (ватиканском) и французском (парижском) списках трактата XIII в. о соколиной охоте «De arte venandi cum avibus» (доклады Фло и Краана). Доклад редактора «Озириса» А. Рома был посвящен таблицам хорд Птолемея и его указаниям по вычислению полнолуний и новолуний. Вопросы истории новейшей науки освещены в докладе Р. Венеринга «История исследования строения соединенных борз». Труды конгресса опубликованы в специальном сборнике.

В. З.

## ПРЕПОДАВАНИЕ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ В МОСКОВСКОМ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ИНСТИТУТЕ

Курс истории техники начали преподавать в Московском энергетическом институте (МЭИ) в 1932 г., когда была осуществлена перестройка учебного процесса в советской высшей технической школе. Этот предмет был включен в новые учебные планы под названием «Марксистская история техники». Специальной кафедры тогда не было, не было и постоянных преподавателей. В 1935 г. этот курс был переведен в число факультативных и преподавание его фактически прекратилось. Только в 1947 г. этот предмет был введен в учебные планы как обязательный для всех специальностей.

В то время существовало неверное мнение, что главное в преподавании этой дисциплины — доказать отечественный приоритет в том или ином историко-техническом вопросе. В связи с этим нередко

допускали произвольный подбор фактического материала, не связывая развитие техники в России и в СССР с таковым за рубежом.

Кафедра свое внимание направляла на то, чтобы история техники излагалась как техническая дисциплина, чтобы методика и содержание курса основывались на принципах марксистской философии и исторического материализма; большое внимание уделялось особенностям развития техники и изучению жизни и трудов выдающихся деятелей нашей страны. Кафедра получила ценные критические замечания от специальных кафедр.

В 1954 г. издан конспект лекций по истории техники. В 1956 г. курс был усовершенствован и из печати вышел учебник, а уже в 1960 г. в свет вышло второе переработанное и дополненное издание.

До 1958 г. из 48—55 часов преподавания этой дисциплины 30—32 часа уделялось лекциям, а остальные — семинарским занятиям. Для последних изданы учебные пособия по шести основным темам. В связи с общим сокращением числа часов аудиторных занятий семинарские занятия с 1958 г. прекращены; сейчас остался обязательный лекционный курс объемом 30—36 часов (с экзаменом или зачетом).

Кафедра ведет научно-исследовательские работы по истории энергетической техники; опубликованы монографии, статьи, рецензии, но особенно большое значение

## ИСТОРИКО-НАУЧНЫЕ ВОПРОСЫ НА СТРАНИЦАХ ЖУРНАЛОВ

Освещение истории науки и техники в специальных периодических изданиях помогает читателям глубже ознакомиться с той или иной отраслью науки и с деятельностью наиболее выдающихся ее представителей. Журнал «Химическая наука и промышленность» (1956—1960) Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева (главный редактор академик Н. Л. Клунищ) — одно из таких изданий. Здесь опубликовано около 20 статей на историко-научные темы.

В статье А. Ф. Капустинского, посвященной 100-летию со дня рождения всемирно известного физико-химика А. Авогадро (1856—1956), рассматриваются основные этапы развития атомно-молекулярной теории, открытие знаменитого газового закона; автор отмечает, что в литературе мало внимания уделено работам ученого по термодинамике, стехиометрии, капиллярным явлениям и др. Приводя интересные сведения о научной жизни начала XIX в. и эволюции атомно-молекулярной теории, автор напоминает, что корни этой теории восходят к трудам М. В. Ломоносова и что открытие А. Авогадро получило высокую оценку Д. И. Менделеева, который назвал его гипотезу «новой эрой в развитии атомно-молекулярной теории».

Интересующимся историей развития и современным состоянием учения о химическом процессе полезно ознакомиться со статьей В. В. Воеводского и Н. М. Чиркова, посвященной 60-летию выдающегося советского ученого Н. Н. Семёнова. Авторы дают краткое представление о работах основоположников химической кинетики Я. Вагт-Гоффа и С. Аррениуса, которые ввели новое понятие об энергии активации, рассказывают об исследованиях Г. Боденштейна, В. Нерста и др.

В работе указано, что Н. Н. Семёнов начал исследования химических процессов в годы, когда еще никто не связывал окисление или воспламенение с ценным механизмом.

Известному ученому Д. Н. Прянишникову (1865—1946) посвящена статья Э. И. Шкондо.

имеет трехтомный труд «История энергетической техники СССР», два тома которого вышли в 1957 г.

В высших учебных заведениях с 1958/59 учебного года проводится занятия по новым учебным планам, предусматривающим приближение подготовки специалистов к производству. И в этих условиях курс истории техники занимает заслуженное место в формировании советского специалиста.

Л. Д. Белькинд

В журнале напечатаны также статьи А. Н. Титова о крупнейшем химике-органике М. И. Коновалове (1858—1907), Ю. И. Соловьева о почетном академике И. А. Каблукове (1857—1942) и И. И. Неколюдского о А. Муассано (1852—1907). Научному творчеству выдающегося советского ученого А. Е. Арбузова посвящена интересная статья академика И. И. Кабачника.

Двум всемирно известным ученым — русскому химику Т. Е. Ловицу (1757—1804) и шведскому физико-химику С. Арреншусу (1859—1927) посвящены статьи Н. А. Фигуровского. Автор приводит новые материалы из жизни ученых и описывает основные этапы их научной деятельности.

Хотя о трудах А. М. Бутлорова (1828—1886) написано много исследований, А. Е. Арбузов в статье, посвященной 70-летию со дня смерти выдающегося ученого, дает новую оценку его работ. Так, автор отмечает, что направление трудов А. М. Бутлорова не является продолжением или развитием идей его предшественников. В химии существует, как справедливо отмечает А. Е. Арбузов, общепризнанная бутлеровская школа и бутлеровское направление.

В статье А. Н. Фрумкина впервые в краткой форме дается глубокая оценка научного творчества и общественной деятельности А. Н. Баха (1876—1950). Автор рассматривает классические работы А. Н. Баха по окислительной ферментации и созданный им новый раздел биохимии — техническую биохимию. А. Н. Фрумкин напоминает о том, что первое популярное изложение «Капитала» Маркса на русском языке было составлено А. Н. Вахом.

Много полезных сведений приводятся в статье И. П. Лепешкова о научной деятельности А. Н. Курнакова — создателя оригинального раздела общей химии — физико-химического анализа.

Прославленному ученому XX в. И. Кюри (1859—1906) посвящена статья В. И. Баранова.

Интересные материалы опубликованы и

о других представителях химической науки: о талантливом химике-органике, крупнейшем специалисте по химии нефти, химии алициклических углеводородов и химии терпенов С. С. Наметкине (1876—1950), об академике А. П. Орехове (1881—1945) — создателе советской алициклической химии, разработавшем новые лекарственные препараты и др.

В одном из номеров журнала за 1960 г. читатели ознакомились с интересной биографией и трудами известного чехословацкого академика Я. Гейровского, которому в 1959 г. присуждена Нобелевская премия за выдающиеся открытия и работы в области полярографии и полярографического метода анализа. Почти 40 лет назад Я. Гейровский открыл новый метод — электролиз с ртутным электродом и с тех

пор полярография стала самостоятельным разделом науки.

На краткого обзора опубликованного в журнале материала видно, насколько разнообразна его тематика. Однако в шести номерах журнала за 1960 г., вышедших под названием «Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева», помещена лишь одна статья специалиста-химика, в то время как в предыдущие годы нередко печатались две-три статьи в каждом номере. Хотелось бы, чтобы в журнале публиковали больше статей о важных событиях и юбилейных датах из истории химии. Статьи на историко-научные темы повысят интерес научно-технической и педагогической общественности к журналу, завоевавшему заслуженное признание советских химиков.

С. П.

## МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС НА ЛУЧШИЙ ТРУД О ГАЛИЛЕЕ

«Дом Галилея» («Domus Galilaeana») в Пизе в связи с 400-летием со дня рождения великого итальянского ученого (1964) объявил международный конкурс на лучшую монографию, которая осветит «в историческом и критическом аспекте с надлежащей широтой, глубиной и документацией» научную деятельность и мировоззрение Галилея. Труд (средним объемом в 500 машинописных страниц) может быть произведением одного или нескольких авторов. Срок представления — не ранее 1 августа 1963 г. и не позднее 30 сеп-

тября того же года. Рукопись должна быть представлена в двух экземплярах: один — на итальянском или французском, другой — на языке, отличном от первого (английском, испанском, итальянском, немецком, португальском, русском и французском).

На конкурсе могут быть представлены лишь неопубликованные работы. Присуждение премии (4 миллиона лир) состоится в 1964 г.

В. З.

## В УЧЕНОМ СОВЕТЕ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР

12 января 1960 г. на заседании ученого совета директор Института истории естествознания и техники профессор Н. А. Фигуровский выступил с отчетным докладом о работе за 1959 г.

В отчетном году сотрудники института продолжили исследования по истории отечественной и мировой науки и техники. Заключена работа над вторым томом «Истории естествознания в России» и вторым томом «Истории Академии наук СССР». Продолжается работа над «Очерками по истории техники в СССР».

В 1959 г. вышло в свет два сборника «Вопросов истории естествознания и техники», восемь сборников «Трудов института» и 14 монографий по истории естествознания и техники.

Продолжало свою деятельность Советское национальное объединение историков естествознания и техники. Группа этого объединения дополнительно организована в Молдавской ССР. В прениях выступили С. Р. Микулниский, В. С. Сотин, А. П. Юшкевич, В. Г. Кузнецов.

На заседании утверждены план научных исследований на 1960 г. Ведутся работы по следующим разделам: история физико-математических наук, история химических наук, история биологических наук, история геолого-географических наук, история технических наук, а также по библиографическим словарям. Кроме этого, институт работает над составлением проспекта третьего тома «Истории естествознания в СССР» и продолжит работу над «Очерками по истории техники в СССР». Заканчивается работа над «Научной библиографией Ломоносова».

Ученый совет одобрил план. 10 марта на заседании ученого совета Секции истории естествознания профессор В. Г. Кузнецов сделал доклад на тему «Основы научной картины мира в историческом развитии (Введение в общую историю естествознания)». В обсуждении приняли участие С. Л. Соболев, В. П. Зубов, А. Т. Григорьян.

12 марта на заседании ученого совета Секции истории естествознания профессор

М. Я. Бляхер сделал доклад на тему «История возникновения идеалистических воззрений в морфологии и пути их преодоления». В обсуждении приняли участие Б. Г. Кузнецов, С. Р. Микулинский, С. А. Погодин.

21 апреля состоялось заседание ученого совета, посвященное 90-летию со дня рождения Владимира Ильича Ленина. С докладом «Владимир Ильич Ленин и естествознание» выступил доктор химических наук Ю. И. Соловьев.

26 апреля на заседании ученого совета Секции истории естествознания профессор Б. Г. Кузнецов выступил с докладом на тему «О физических прообразах математических понятий».

На заседании ученого совета 2 июня заслушан отчет заведующего Ленинградским отделением института профессора П. П. Перфильева.

За отчетный период Ленинградское отделение института проводило работу по

подготовке к юбилею М. В. Ломоносова. Подготовлен к печати XI (дополнительный) том Полного собрания сочинений М. В. Ломоносова. Готовится к печати «Сборник статей и материалов о М. В. Ломоносове» и «Научная биография М. В. Ломоносова».

Продолжается работа над «Историей Академии наук СССР» и историей науки и техники в России.

В обсуждении отчета приняли участие Н. А. Фигуровский, П. А. Федосеев, В. Л. Ченакал.

На заседании 30 июня ученый секретарь института Н. А. Федосеев сделал сообщение об итогах работы за первое полугодие. В обсуждении приняли участие П. М. Лукьянов, В. В. Тихомиров, П. А. Ноников, Д. Д. Иваненко, Ф. Я. Нестерук, П. П. Перфильев, П. А. Фигуровский.

Т. Ф. Бедретдинова

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХ НАУК

Работа сектора сосредоточена на следующих основных проблемах.

1) история математики нового времени (с XVII в. и до наших дней); 2) общая история механики (античный и средневековый период), в частности, краткая история механики в России; 3) история физики в XIX и XX вв.; классическая и квантовая электродинамика, квантово-релятивистская теория электронов, история открытия естественной радиоактивности; 4) исследования в области истории геофизики (развитие гравиметрии и теории фигуры земли в России), история космогонии (космогонические идеи в период расцвета механической физики).

В 1960 г. в печать сдан ряд исторических исследований и публикаций. Среди них недавно вышедший в свет сборник трудов известного индийского физика конца XIX в. Д. Ч. Бозе («Избранные труды по экспериментальной физике»), подготовленный по архивным материалам, полученным от Лондонского Королевского общества; сборник «Из истории французской науки», посвященный развитию физико-математических идей в творчестве Декарта, Лагранжа, Пуассона, де-Бройля и других выдающихся французских ученых XVII—XX вв.; «История естествознания в России», т. II. Сокращенный вариант этой работы издан в ГДР на немецком языке. Вышло в свет новое историко-библиографическое пособие «Указатель содер-

жания физической части журнала Русского физико-химического общества».

В «Трудах Института истории естествознания и техники» опубликована статья В. Гейзенберга, посвященная эйнштейновскому наброску единой теории поля, статья Ч. В. Рамана (Индия) «Христиан Гюйгенс и волновая теория света», ряд публикаций посвящен работам Л. Эйлера, Д. Бернулли, Э. Чирнгауза, И. В. Мещерского и К. Э. Циолковского, а также статья об истории междunarодных сольвеевских физических конгрессов. Проблемы развития основных естественнонаучных идей с древнейших времен до наших дней освещены в недавно изданном труде Б. Г. Кузнецова «Эволюция картины мира».

В монографии «Очерки по истории теории относительности» (авторы А. Т. Григорьев, У. П. Франкфурт) дается обзор подготовки формирования и развития основных физических и математических идей специальной и общей теории относительности (конец XIX—30-е годы XX в.) и излагаются физические эксперименты и астрономические наблюдения, подтверждающие теорию относительности.

Кроме того, в секторе проводятся научные заседания, на которых заслушиваются и обсуждаются доклады по истории физико-математических наук.

С. Е.

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ ХИМИЧЕСКИХ НАУК

Изучение развития химии включает исследование по истории физической химии, химической технологии, теоретических представлений в органической химии и по истории развития органического катализа.

Сектор готовит ряд работ по истории химии. В монографии «История физической химии» (Ю. И. Соловьев) проследил путь развития физической химии со времени ее возникновения до наших дней, показал ее взаимосвязь с другими областями химии и смежными науками.

Над «Историей электрохимической промышленности в России» работает П. М. Лукьянов. Автор описывает процесс становления отечественной электрохимической промышленности, уделяя особое внимание научному и техническому сотрудничеству русских и зарубежных ученых и инженеров. Одновременно П. М. Лукьянов опубликовал пятый том «Истории химических промыслов и химической промышленности России», освещающий историю производства черного пороха и других взрывчатых веществ.

Г. В. Быков работает над важной темой «Истории электронных представлений в органической химии».

В монографии «Развитие органического катализа», над которой работает В. П. Кузнецов, обобщены экспериментальные исследования в области органического катализа.

Под руководством профессора С. А. Погодина ведется составление библиографического словаря отечественных и иностранных химиков. В настоящее время уже подготовлен словарь на 3000 имен химиков, составлено 400 биографий отечественных и иностранных химиков. Словарь будет издан в ближайшие годы в четырех томах.

Научный коллектив сектора занимается также изучением истории неорганической

химии. Изучен вопрос о развитии атомистического учения в химии, собран материал для темы «История открытия и изучения редкоземельных элементов», подготовлено несколько статей для печати («Роль Берцелиуса в истории редких земель», «История 61 элемента» и др.).

В 1960 г. сектор провел 10 заседаний, на которых освещены интересные материалы о деятельности ученых-химиков и важнейшие историко-химические проблемы.

В 1960 г. вышел из печати том 30 «Трудов Института истории естествознания и техники», в котором рассмотрена история развития теоретических представлений в неорганической, физической и органической химии, изложены работы отдельных ученых, а также история химической технологии.

В 1960 г. опубликованы семь монографий. Так, Ю. И. Соловьев и О. Е. Звягинцев написали работу о Н. С. Курнакове; Ю. И. Соловьев совместно с В. И. Куринным подготовили труд о жизни и деятельности Берцелиуса; Г. В. Быков выпустил две монографии: «История классической теории химического строения» и «Электрохимические заряды связей в органических соединениях», посвященные одному из новейших направлений в теории электронного строения органических соединений. В книге В. И. Куринного «Очерк развития химической атомистики в XIX веке» изложена эволюция учения о прерывном строении материи, которое возникло из догадок древних философов Индии и Китая, греков Левкиппа, Демокрита и Эпикура в научную теорию, являющуюся фундаментом современной физики и химии. Д. Н. Трифонов издал книгу о «Редкоземельных элементах», в которой излагается сложная проблема лантаноидов.

Ю. Р.

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ БИОЛОГИЧЕСКИХ НАУК

Научная работа по истории биологических наук посвящена истории общих вопросов биологии, в особенности эволюционного учения; истории систематической зоологии; истории различных разделов ботаники, морфологии и физиологии животных; истории проблем размножения и развития животных и проблем наследственности.

В монографии С. Р. Микулинского освещена история общих проблем биологии. В книгу «Избранные произведения русских естествоиспытателей» включена его статья «Основные черты развития естествознания в первой половине XIX в.» С. И. Соболев работал над книгой «Исто-

рия эволюционных учений с древности до середины XX в.»; кроме того, им подготовлены к печати отдельные статьи, в частности «Принцип отбора в работах английских биологов 10—30-х гг. XIX в.».

Из печати вышел том IV монографии Б. Е. Райкова «Русские биологи-эволюционисты до Дарвина».

В 1959 г. опубликована статья С. Р. Микулинского «Отношение К. М. Бэра к проблеме эволюции в додарвиновский период».

В первом томе «Анналов биологии» помещена статья Н. А. Базилевской «Проблема вида в трудах советских ботаников».

Статья Э. Н. Мирзояна «Эволюция взгля-

дов Ч. Дарвина на проблему соотношения индивидуального и исторического развития» включена в очередной, 36-й том «Трудов» Института.

И. А. Новиков перерабатывает первый и пишет второй том «Истории зоологии в России». Л. В. Чеснова подготовила для опубликования монографию «История изучения насекомых-вредителей хлебных злаков отечественными учеными» и опубликовала в «Трудах» статью «Основоположники сельскохозяйственной энтомологии в России и их роль в изучении насекомых-вредителей пшеницы».

Н. А. Базилевская и А. А. Щербанова (в сотрудничестве с профессором Киевского университета И. П. Белоконом) работают над книгой «История ботаники, которая должна войти в серию «Очерков по истории биологии». А. А. Щербанова опубликовала в «Трудах» статью «История русской ботанической терминологии (с приложением словаря главнейших ботанических терминов)», сдала в печать книгу «История цитологии растений в России в XIX в.» и статью «Развитие ботанических знаний в России до XVIII в.». Е. М. Сенченко сдала в печать книгу «К. А. Тимирязев и учение о фотосинтезе», а также несколько статей по истории изучения проблемы фотосинтеза. К работам группы историков ботаники примыкают исследования В. И. Новиковой, посвященные истории изучения физиологии питрифицирующих бактерий.

Л. Я. Бляхер работает над серией «Этюдов по истории морфологии». Первое сообщение этой серии «От позвоночной теории черепа к учению о метамерии головы позвоночных» вышло в первом томе «Аналогов биологии», второе сообщение «Воз-

никновение клеток в онтогенезе» — в «Трудах» института, третье — «Так называемая идеалистическая морфология и ее место в истории морфологической науки» сдано в печать в томе 36 «Трудов» Института и четвертое — «Соотношение формы и функции» подготовлено для 40 тома «Трудов». Кроме того, Л. Я. Бляхер закончил работу над книгой «Очерки морфологии животных» для серии «Очерки по истории биологии».

И. И. Канаев заканчивает монографию «История сравнительной анатомии во второй половине XVIII и в XIX в.» «По материалам этой работы он опубликовал статью о Гете и о Бюффоне. Н. А. Григорян изучает историю электрофизиологии в России. По материалам этой работы она написала статью «Возникновение электрофизиологии в России (60—80-е годы XIX в.)».

По истории проблемы размножения и развития животных вышла в свет — книга Л. Я. Бляхера «История эмбриологии в России в XIX—XX вв. (Беспозвоночные)», статьи П. Н. Скатикина «История изучения биологии размножения рыб и создания метода их искусственного разведения» и «Забывший труд К. М. Бэра». Комментарий к сочинению об образовании «яйца млекопитающих и человека». Он же подготовил статью «К истории проблемы размножения и раннего развития животных».

Н. Д. Иванов работает над книгой «Развитие основных идей генетики в СССР», а Н. Г. Рубайлова изучает историю проблемы гибридизации.

Л. Б.

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК

Сектор занимается изучением истории познания географической среды, состава и строения Земли, а также развития физической географии и геологии как научных дисциплин; ведутся также исследования по истории геодезии.

Среди научных работ сотрудников сектора следует назвать работы И. В. Батюшковой «Представления русских ученых о причинах землетрясений» (1959), И. А. Федосеева «Развитие гидрологии суши в России» (1960), В. А. Есакова «А. Гумбольдт, географ и путешественник» (1960).

В настоящее время коллектив сектора в составе А. И. Алексева, В. А. Есакова, Г. В. Наумова, Э. К. Новокшановой, А. А. Ураносова, Н. В. Федчиной работает над темой «Русские географические

исследования в XIX — начале XX века» (научный руководитель А. И. Соловьев). В написании некоторых разделов монографии участвуют также А. И. Соловьев (Московский государственный университет) и А. А. Азатьян (Среднеазиатский государственный университет). Выбор темы обусловлен отсутствием в литературе обобщающей работы о географических исследованиях в XIX и в начале XX в.

Работа должна быть закончена в 1962 г. Предполагается, что это будет монография в двух частях, объемом около 70 авторских листов.

В секторе выполняется работа «Региональные геологические исследования в Академии наук СССР в 1917—1941 годах» (И. В. Батюшкова).

И. Ф.

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ МЕТАЛЛУРГИИ И ГОРНОЙ ТЕХНИКИ

Сектор проводит исследования по общим проблемам истории техники, по истории металлургии и истории горной техники. За последнее время выполнен ряд важных работ.

Так, еще около 30 лет назад сделана попытка опубликовать рукописи К. Маркса по истории техники, которые хранятся в архиве Института марксизма-ленинизма при ЦК КПСС. Тогда был сделан первоначальный перевод этих рукописей, изучалось их содержание, но, к сожалению, эта работа не была закончена. С 1955 г. работа продолжена Институтом истории естествознания и техники АН СССР совместно с Институтом марксизма-ленинизма и в настоящее время она завершена. Ценный труд Маркса в области истории техники является важнейшим источником для историко-технических исследований.

Старший научный сотрудник сектора А. А. Кузин, занимавшийся подготовкой этих рукописей к изданию, сопоставил первоначальные выписки К. Маркса с его V, XIX и XX тетрадями, а также с опубликованными работами Маркса.

По плану Института марксизма-ленинизма рукопись Маркса по истории техники должна быть опубликована в 1962 г.

Коллектив авторов (А. А. Зворыкин, Н. П. Осьмова, В. И. Чернышов, С. В. Шухардин) закончил составление учебного пособия «История техники», в котором освещено развитие техники с древнейших времен и до наших дней, показаны взаимосвязи отдельных областей техники, большое место уделено развитию техники XX в. и научно-техническим достижениям в СССР.

В 1961 г. книга выйдет в свет под названием «История техники».

Вышла в свет монография С. В. Шухардина «Основы истории техники», в которой впервые обобщены историко-технические исследования в СССР, освещены основные теоретические проблемы истории техники как науки.

Сектор принимает участие в составлении «Очерков по истории техники СССР». Для первого тома написаны главы по истории техники с древнейших времен до IX в., по истории горного дела и металлургии.

Интересные исследования выполнены по истории горной техники. Так, издана книга Е. М. Фаермана «Развитие оте-

чественной горной науки», — очерк развития горной науки в нашей стране, начиная с XVIII в. до наших дней. Закончено исследование, посвященное истории открытия и изучения месторождений полезных ископаемых на территории СССР (автор А. А. Кузин).

В последнее время повысился интерес к истории открытия, исследования и промышленного освоения КМА. С. В. Шухардин, М. И. Мосин и Г. И. Кац подготовили об этом книгу, первый том которой будет выведен в 1961 г. под общей редакцией академика Л. Д. Шевякова и члена-корреспондента АН СССР Г. И. Маньковского Белгородским областным книжным издательством. В работе два раздела: Открытие и первые исследования КМА до 1917 г.; Исследования и разведка КМА в первые годы советской власти.

Подготовлен второй том этой книги, который будет выдан в 1962 г. В том войдут документы и материалы по истории КМА с 1926 по 1941 г.

В 1961 г. вышла в свет монография В. Б. Яковлева «Развитие способов производства сварочного железа в СССР».

К печати подготовлены следующие работы: рукопись, посвященная истории мартековского производства стали (автор Ю. М. Покровский) и рукопись «Тульские (Городищенские) металлургические заводы» (автор Н. Н. Стоскова).

Интересная работа проведена по созданию библиографического справочника деятелей в области металлургии, горной науки и техники (составители Н. К. Ламан, В. П. Немчинов, О. И. Павлова, Н. Н. Стоскова).

Заканчивается работа по составлению библиографии литературы, опубликованной по истории горного дела и металлургии в нашей стране до 1917 г. (исполнители А. А. Кузин и Е. И. Выборнова), уже выявлено свыше 12 тыс. наименований.

Исследования аспирантов посвящены развитию способов и средств управления горным давлением (В. Д. Алексеенко); развитию техники подъема полезных ископаемых с больших глубин (Е. Я. Рогов), истории проходческих комбайнов (А. П. Ратькина) и развитию флотации (И. С. Смирнова).

Е. В.

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ ЭНЕРГЕТИКИ, ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И СВЯЗИ

История радиоэлектроники посвящены следующие работы, опубликованные в 1957 г. в «Трудах» Института: «Применение в радиопередающих устройствах машин высокой частоты» (Б. С. Сотин), «Разви-

тие генераторной радиолампы» (В. М. Родюнов) и «Развитие радиотелеграфных сообщений в России» (Б. С. Сотин и В. М. Титова). В 1957 г. в «Вопросах истории естествознания и техники» опубли-

ликвана работа «Развитие радиотехнической сети в СССР» (В. С. Сотин и В. М. Титова); работа С. А. Оболенского «История электронного приборостроения в СССР» (1959). В 1960 г. издали «Очерки истории радиотехники». Авторы очерков (И. А. Домбровский, К. М. Косиков, В. М. Родионов, В. С. Сотин и В. М. Титова) ставили задачу показать процесс развития основных областей радиотехники, проследить смену технических идей и вскрыть причины, обуславливающие это развитие.

Из опубликованных работ по истории электротехники и электротехники можно отметить изданные в серии «Классика науки» «Опыты и наблюдения над электричеством» В. Франклина (перевод с англ. В. А. Алексеева, под ред. В. С. Сотина), напечатанную в «Трудах» Института работу «Русские электротехнические сказы» (В. С. Сотин, Л. Г. Давыдова), а также работы Ф. Я. Нестерука: «Инейерные работы Николая Коперника» (1955), «Водное хозяйство Китая» (1955),

## В СЕКТОРЕ ИСТОРИИ МАШИНОСТРОЕНИЯ

Главное направление работы сектора — разработка проблем, связанных с историческим развитием машин (машинно-двигатели, машины-орудия, транспортные машины) и машиностроительной промышленности.

В «Трудах» Института за 1960 г. (том 29) опубликованы статьи: «Краткий очерк развития ракетных исследований в СССР» (В. Н. Соколовский), «Заметки о грузоподъемных краях в России до начала XIX века» (В. С. Остольский), «Обработка металлов резанием на Петрозаводском и Кончезерском заводах на рубеже XVIII и XIX веков» (Ф. Н. Загорский), «Из истории металлообработки (технология производства токарного режущего инструмента в XVIII веке)» (А. И. Черешнев), «Развитие одноковшовых экскаваторов в XIX и начале XX века» (П. А. Надалька), «Развитие лабораторных методов испытаний локомотивов» (С. А. Соколова), «Из истории морского судостроения XVIII и первой половины XIX века» (Н. И. Варбашев) и др.

В очередной том «Трудов» (т. 38; 1961 г.) вошли статьи: «Первые отечественные атласы машиностроительных чертежей» Л. И. Уваровой, «Труды Ла-Кондамина по теории токарно-копировальных станков» Ф. И. Загорского, «К вопросу о развитии механизации и автоматизации обработки металлов резанием» А. И. Черешнева, «Атмосферические железные дороги 40-х годов XIX столетия и проблема шевматического транспорта грузов» В. С. Остольского, «Развитие путевого метода тягово-теплотехнических испытаний локомотивов» С. А. Соколовой, «Роль Киров-

«История водохозяйственных и гидротехнических мероприятий на Днестре и их значение для развития отечественной гидротехники» (1954), «Водные ресурсы Индии и их использование» (1960), «Электрификация Китайской Народной Республики» (1961).

Из других исследований можно отметить работы Л. А. Каланникова по истории техники звукозаписи: «Основные этапы в развитии оптической записи звука в СССР» и «Очерк развития техники механической записи звука».

В настоящее время коллектив сектора подготавливает две работы, посвященные воплощению ленинских идей электрификации в жизнь: «Успехи гидроэнергетики СССР» и «От ГОЭЛРО к электрификации всей страны».

В ближайшем будущем начнется работа над темами «История отечественной электротехники» и «История средств сигнализации и связи в России».

Б. С.

ского завода в развитии отечественного тепловозостроения» К. А. Шишкина и др. К этой же серии работ относятся доклады на IX Международном конгрессе по истории науки, состоявшемся в Мадриде в 1959 г., (доклад Л. И. Уваровой о развитии техники передачи механической энергии и доклад А. А. Дорогова о периодизации истории машин).

В 1960 г. вышли в свет монографии В. М. Кована и А. А. Кохтова «Сборка в машиностроении», П. А. Надалька «Основы экскаваторы» и Л. И. Уваровой «Развитие средств передачи механической энергии», заканчивается подготовка монографии А. А. Дорогова по общей истории развития механизмов и машин, В. С. Остольского по истории подъемно-транспортного оборудования от времени зарождения первых подъемно-транспортных устройств до нашего времени.

Проводится работа в связи с подготовкой трехтомной монографии «Очерк истории техники в СССР».

Коллектив сектора готовит к изданию труды К. Э. Циолковского. В 1960 г. опубликован третий том его «Собрания сочинений», включающий исследования ученого в области дирижаблестроения; готовятся к печати четвертый и пятый тома, содержащие материалы по естествознанию и технике и автобиографические материалы. Будет также переиздан (с включением ранее не опубликованных материалов) второй том «Собрания сочинений» К. Э. Циолковского, содержащий работы по реактивным летательным аппаратам.

А. Ч.

## В СЕКЦИИ ИСТОРИИ ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИХ НАУК СОВЕТСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ИСТОРИКОВ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Секция истории геолого-географических наук Советского национального объединения историков естествознания и техники обсуждает разнообразные вопросы развития географии, геологии, геодезии, картографии и топографии.

Секция объединяет свыше 200 ученых, работающих в Москве, Ленинграде, Киеве, Ташкенте, Ереване, Баку, Саратове, Новосибирске, Хабаровске, Воронеже и других городах. Среди членов секции — 7 академиков, 9 членов-корреспондентов АН СССР и академий союзных республик, 59 — профессоров и докторов наук, 107 — доцентов и кандидатов наук.

В Киеве, Ташкенте, Ереване, Ленинграде работают самостоятельные группы историков геолого-географических наук.

Создан фонд опубликованных членами секции трудов, насчитывающий более 250 книг, брошюр и журнальных статей.

В течение года заслушано более 20 докладов и сообщений. На одном из заседаний председатель секции профессор Г. П. Горшков ознакомил присутствующих с результатами научной командировки в Бирму, где он находился для составления сейсмо-тектонической карты территории этой страны. На другом — заслушано два сообщения — члена-корреспондента АН СССР А. В. Ефимова «О значении сущности географического открытия» и профессора В. И. Сухова «История и перспективы развития картографии в СССР». В декабре 1959 г. главный редактор Издательства географической литературы Б. В. Юсов сообщил о предполагаемом издании «Ежегодников советской экспедиции» и были заслушаны доклады А. И. Алексеева об ученом члене Н. И. Дауркине и его работах и Э. К. Новокшиановой — об известном русском геодезисте К. И. Теннере (в связи со 100-летием со дня смерти).

На январском заседании после отчета Г. П. Горшкова о работе секции за 1959 г. и сообщения Г. С. Тихомирова о плане на 1960 г. Г. А. Ошурков рассказал об исследованиях точности фотограмметрических инструментов.

В феврале 1960 г. обсуждено два доклада: «Атеизм и геология» (Г. П. Горшков) и «Рукописная карта Гусиного озера, составленная в XVIII в., и ее современное научное значение» (В. В. Ламакин).

Научный сотрудник Института истории

естествознания и техники В. И. Федчина посвятила свое выступление в марте 1960 г. основным этапам создания географической карты Средней Азии, а М. В. Гзовский осветил историю возникновения и развития идей о шарообразности и современном их состоянии. На этом заседании была заслушана также информация члена секции С. Р. Варшавского о предстоящем в августе 1960 г. Первом конгрессе по истории географических открытий в Лиссабоне.

Активно прошло заседание секции в апреле 1960 г., на котором заслушаны доклады проф. Д. И. Гордеева «В. И. Ленин и геология», научного сотрудника Института геологии АН СССР Ф. И. Вольсона «В. И. Ленин и вопросы минеральных ресурсов страны» и заместителя начальника ГУГК С. Г. Судакова «Перспективы развития геодезической науки и техники в СССР». Одно из заседаний секции было посвящено геолого-географическому и картографическому исследованию Армении. С докладами выступили члены ереванской группы — проф. И. С. Степанян, С. Т. Тигранян и А. А. Асланян.

В программе заседания, состоявшегося в октябре 1960 г. — доклады К. А. Салищева о XIX Международном географическом конгрессе в Стокгольме, проф. А. Н. Лобанова — о IX Международном фотограмметрическом конгрессе в Лондоне, И. А. Федосеева — о I Чехословацкой конференции по истории науки и техники и А. А. Ураносова — о новом документе, относящемся к картографическим работам в Русском государстве в начале XVII в.

В ноябре В. П. Павлова познакомила членов секции с историей картографического изучения Украины, а ученый секретарь Советского национального объединения историков естествознания и техники А. Т. Григорьян сделал сообщение об Украинской конференции по истории естествознания и техники в Киеве.

На декабрьском заседании заслушаны доклады В. Ф. Бурханова «Ленинский план изучения и освоения Арктики», В. И. Лебедева «История ранних антарктических экспедиций» и А. И. Шалимова «История геолого-географического изучения Антарктиды».

Э. К. Новокшианова

## СЕКЦИЯ ИСТОРИИ МЕДИЦИНЫ И ФАРМАЦИИ

Секция принимает активное участие во Всесоюзных и международных съездах и конференциях.

На состоявшейся в феврале 1959 г. в Ленинграде I Всесоюзной конференции историков медицины заместитель председа-



теля бюро секции профессор И. Д. Страшун сделал доклад о состоянии и развитии в СССР музейного дела в области истории отечественной и советской медицины. В докладе обобщено все, что сделано в этой области в различных городах Советского Союза.

В 1959 г. секция приняла участие в подготовке и проведении Второй всесоюзной конференции историков естествознания и техники, состоявшейся в Москве и Ленинграде в мае-июне 1959 г., в которой приняла участие ученые стран народной демократии. С докладами выступали представители Болгарии (академик Ходжилов) и Румынии (профессор Волога), посвятившие свои доклады истории развития естествознания и медицины у себя на родине. Доклады московских членов секции были посвящены прогрессивному значению русской медицины второй половины XX в.

Достижения отечественной советской медицины были освещены на X Конгрессе историков философии и науки, состоявшемся в Барселоне и Мадриде в сентябре 1959 г. Председатель делегации профессор В. Д. Петров сделал доклад о связях восточной и западной медицины, профессор С. В. Андреев — об истории развития проблемы оживления организма и отдельных органов. Е. И. Лотова посвятила свой доклад вопросам гигиены и санитарного состояния древней Руси.

В сентябре 1960 года делегация историков медицины в составе профессоров В. Д. Петрова, В. Н. Териовского, А. Н. Рубакина, С. М. Вагдасаряна, доцентов А. С. Кцюяна, В. И. Дмитриевой, старших научных сотрудников Е. И. Лотовой, И. М. Левина приняла участие в XVII Международном конгрессе историков медицины, состоявшемся в Греции. На этом конгрессе советские ученые сделали четыре доклада; особое внимание привлек доклад профессора А. Н. Рубакина «Лингвистический метод в истории медицины».

Регулярно два раза в год созываются межреспубликанские конференции в Прибалтийском филиале Советского национального объединения в одной из столиц республик Литвы, Латвии и Эстонии.

В Риге подготовлен к открытию музей истории медицины. Следует отметить работу комиссии по охране памятников ученых-

медиков в составе профессора И. Д. Страшуна, заслуженного врача РСФСР Г. З. Рябова, заведующего музеем МГУ В. В. Сорокина и историка М. В. Барановской. Так, Г. З. Рябов закачивает большую работу «Словарь московских ученых-врачей»; кроме того, подготавливается к изданию брошюра о состоянии и охране памятников московским врачам. В ближайшем будущем в Москве будут установлены мемориальные доски Н. И. Пирогову, С. П. Вотиву и Г. Н. Габричевскому.

На одном из заседаний секции заслушан доклад заведующей музеем им. И. И. Мечникова М. П. Каревой о подготовке к открытию музея со специальным разделом, посвященным И. И. Мечникову.

На ежемесячных заседаниях секции доклады посвящались главным образом юбилейным датам из истории отечественной медицины, памяти ученых-медиков профессора С. С. Халатова, первой женщины-профессора П. В. Циклиной, Г. Н. Габричевского, И. И. Мечникова, С. И. Чечулина и др.

В целях привлечения студенчества к историческим исследованиям в области отечественной медицины секция организовала совместное заседание с научными студенческими обществами московских медицинских институтов. Профессор И. Д. Страшун сделал доклад о первых шагах русских женщин-врачей и фармацевтов на поприще практической деятельности. В докладе использованы неопубликованные архивные материалы. Большой интерес вызвали сообщения, посвященные истории развития с XVIII в. русско-китайских (профессор В. Ф. Чернаков) и русско-индийских научно-медицинских связей (профессор Ф. Ф. Талызин).

По истории фармации было сделано четыре доклада (А. М. Филькин, И. И. Левинштейн, М. Г. Королева, А. М. Сидорков).

Несколько докладов было посвящено книгам и рукописям, хранящимся в антикварных фондах советских книгохранилищ — прижизненные издания Амбруаза Паре, учебники по анатомии, принятые в России в XVIII в., и др. (библиограф Н. А. Мамуровская).

Е. И. Якубова

## ПАМЯТИ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ

Н. С. ШАТСКИЙ

(1895—1960)

1 августа 1960 г. скоропостижно скончался выдающийся советский ученый, крупнейший геолог, директор Геологического института АН СССР, академик Николай Сергеевич Шатский.

Н. С. Шатский являлся создателем и руководителем школы советских геологов-тектонистов, продолжателем идей А. П. Карпинского и А. Д. Архангельского. Широта научных интересов Н. С. Шатского была необычайно велика: он занимался проблемой Курской магнитной аномалии, изучением нефтеносных районов Кавказа и Приуралья, сделал крупнейший вклад в развитие учения о платформах и геосинклиналях.

Крупные тектонические обобщения сделаны Н. С. Шатским в связи с изучением Сибирской платформы (1932), позднее Русской платформы и общего геологического строения СССР (1933). На основании сравнительно-тектонического анализа Североамериканской, Русской и Сибирской платформ Н. С. Шатский выделил новый тип структур — поперечные краевые прогибы, к которым относятся Донбасс и система Вичита в США. За эту работу Н. С. Шатский в 1946 г. удостоен Сталинской премии.

Развивая теорию геосинклиналей, ученый пришел к заключению о существовании унаследованных и наложенных структур. Этот вывод имел большое значение для дальнейшего развития тектоники. Представления Н. С. Шатского дали возможность по-новому подойти к изучению геосинклинальных и платформенных областей.

Н. С. Шатский занимался также изучением геологических формаций и выяснением закономерностей размещения полезных ископаемых в земной коре. Он являлся организатором Комиссии по изучению закономерностей размещения полезных ископаемых. Тектоническая карта СССР, составленная под его руководством,

в 1958 г. удостоена Ленинской премии. Под руководством Н. С. Шатского была составлена международная тектоническая карта Европы. Имя Н. С. Шатского широко известно не только в пределах нашей страны, но и за рубежом. На XX сессии Международного геологического конгресса, состоявшегося в 1956 г. в Мексике, он избран президентом Подкомиссии по составлению Международной геологической карты.

Наряду с научной работой, Н. С. Шатский постоянно занимался и педагогической деятельностью. Он читал лекции в Московском университете и Московском геологоразведочном институте. Его многочисленные ученики никогда не забудут этих ярких увлекательных лекций. Воспитал Николай Сергеевич и поколение аспирантов.

С большой любовью и горячей увлеченностью занимался Н. С. Шатский и историей науки. Обладая громадной эрудицией и колоссальными научными знаниями, он постоянно связывал развитие современной науки с ее историей, привлекая материал истории науки для того, чтобы показать закономерности развития современных научных идей. Так, например, резкой критикой он подверг теорию кратковременных орогенных фаз, основным сторонником которой был немецкий ученый Шталле. Н. С. Шатский назвал эти воззрения «неокатастрофическими» и показал, что они являются отражением взглядов катастрофистов первой половины XIX в. (Эли де-Бомон). Идеи неокатастрофистов были основаны на неправильном понимании ими процесса складкообразования. В связи с этим Н. С. Шатский высказал новые взгляды на происхождение складчатости.

Н. С. Шатскому принадлежат многочисленные труды в области истории геологии: очерки о развитии советской геотектоники (1937), о научных идеях А. Д. Архангельского (1940, 1944, 1950),

А. П. Карпинского (1947), краткая биография Р. И. Мурчисона (1941), критические статьи о неокатастрофизме (1937), о гипотезе Вегенера (1946) и др. В январе 1960 г. Н. С. Шатский прочел в Геологическом институте АН блестящий доклад о геологических работах Ч. Дарвина.

Большое участие принимал Н. С. Шатский и в деятельности Института истории естествознания и техники. В 1954 г. он выступал на совещании по истории геологии. Участники конференции, организованной институтом по обсуждению книги Д. Бернала «Наука в истории общества» (1958), хорошо помнят яркое выступление Николая Сергеевича.

## В. В. ДАНИЛЕВСКИЙ

9 августа 1960 г. после тяжелой болезни скончался академик АН УССР, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой истории техники Ленинградского политехнического института Виктор Васильевич Данилевский. Советская наука потеряла старейшего историка техники, перу которого принадлежат свыше 50 книг и большое количество статей и очерков.

Виктор Васильевич Данилевский родился в 1898 г. в селе Иреськи (Полтавская область). После окончания в 1923 г. Харьковского технологического института он работал инженером-технологом на промышленных предприятиях. Уже в студенческие годы он интересовался историей техники, собирая материалы для своих будущих работ.

В 1925 г. В. В. Данилевский публикует на украинском языке первую книгу по истории техники, посвященную развитию орудий труда. С этого времени и до самых последних дней жизни он неутомимо изучает источники, кропотливо собирает разрозненные факты из истории техники.

По инициативе В. В. Данилевского в 1928 г. основаны первые в стране кафедры по истории техники (в Харьковском университете, Педагогическом отделении Харьковского сельскохозяйственного института, Украинском полиграфическом институте). В. В. Данилевский издает учебные пособия «Основы индустриальной техники» (1930) и «История техники» (1931) на украинском языке, которые широко использовались при чтении курса истории техники.

Вышедшая в 1934 г. книга В. В. Данилевского «Очерки истории техники XVIII—XIX вв.» явилась первой попыткой в советской литературе дать изложение развития важнейших отраслей техники в период промышленной революции и становления капитализма. Из-за отсутствия многих материалов по истории отечественной техники в книге в основном дается развитие техники в странах Западной Ев-

ропы. Кроме того, в ней встречаются фактические ошибки и неточности, но несмотря на это, она сыграла положительную роль в создании трудов по всеобщей истории техники.

В 1936 г. В. В. Данилевский переезжает в Ленинград, где возглавляет кафедру истории техники Ленинградского политехнического института им. М. И. Калинина. Здесь он проводит ряд капитальных исследований, принимает участие в работе Государственной академии материальной культуры, действительным членом которой он вскоре избирается.

В результате изучения обширного архивного материала и обследования вещественных памятников В. В. Данилевский написал две монографии: «История гидросиловых установок в России до XIX века» (1940) и «И. И. Ползунов. Труды и жизнь первого русского теплотехника» (1940). За эти исследования в 1942 г. В. В. Данилевскому присуждена Сталинская премия второй степени.

В 1942 г. президиум АН СССР принял решение о развитии исследований и подготовки литературы по истории науки и техники. В связи с этим под председательством академика И. П. Бардина была создана специальная группа по истории техники Урала. Активное участие в работе группы принимал и В. В. Данилевский.

Работа В. В. Данилевского «Русская техника», вышедшая в конце 1947 г., явилась первой большой монографией, раскрывающей богатство технического творчества русского народа. Автор дал обзор развития различных отраслей техники с древнейших времен до начала XX в.

За эту книгу автор в 1948 г. удостоен Сталинской премии второй степени. Огромный интерес к вопросам истории техники в послевоенные годы и новые задачи, вставшие перед высшей школой, потребовали возобновления чтения курса истории техники в институтах, прерванного в годы войны. Поэтому 9 января 1948 г. на заседании коллегии Министер-

ства высшего образования СССР был заслушан доклад В. В. Данилевского о постановке преподавания истории техники. Докладчик осветил задачи истории техники как самостоятельной дисциплины, указал основные принципы преподавания истории техники в советских высших технических учебных заведениях. Особое внимание обращалось на необходимость включения материалов по истории отечественной техники во все общие и специальные дисциплины, преподаваемые в институтах.

На основании этого доклада был издан приказ о введении преподавания курса истории техники в высших учебных заведениях. Уже с 1948/49 учебного года такой курс начали читать в ряде институтов.

Итогом работы и установлением главных задач в разработке проблем истории науки и техники явилась сессия Академии наук СССР, посвященная истории отечественной науки, проходившая в Ленинграде 5—11 января 1949 г.<sup>1</sup>

С обстоятельными докладами на сессии выступили академик В. Н. Юрьев «Основные задачи разработки истории техники» и академик АН УССР В. В. Данилевский «Творчество в технике ученых и изобретателей России».

Соборное собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

И. В. Батушкова



В. В. Данилевский

По поручению Комиссии по истории техники АН СССР и при участии сотрудников Центральной политехнической библиотеки В. В. Данилевский возглавлял составление и издание библиографических указателей литературы по истории техники. Под его редакцией издали указатели «История техники» за 1946—1947, 1948, 1949 и 1950 гг. и подготовлен к печати указатель литературы за 1951—1955 гг.

В последние годы издан ряд исследований В. В. Данилевского, среди которых особый интерес представляют «Нартов и «Ясное зрелище машин» (1958), «Русское золото» (1959) и «Нартов» (1960). Многолетнее изучение архивных материалов, организация первых историко-технических экспедиций по Алтаю, Сибири, Крыму, Уралу, обследование заброшенных рудников, изучение старинных сооружений позволило В. В. Данилевскому воссоздать картину технического прошлого нашей страны и восстановить имена многих забытых русских новаторов техники.

Много времени и внимания В. В. Данилевский уделял подготовке специалистов — историков техники.

Много времени и внимания В. В. Данилевский уделял подготовке специалистов — историков техники.

Много времени и внимания В. В. Данилевский уделял подготовке специалистов — историков техники.

<sup>1</sup> «Вопросы истории отечественной науки. Общее собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949.

Труды В. В. Данилевского по истории техники<sup>2</sup>

Данилевский В. В. Од ломаки до машини. (Коротка історія техніки). Харків, Держ. вид. України, 1925, 82 с. зіл. (Біб-ка суспільствознавства. Серія історія праці суспільства).

Данилевський В. В. Від Перуна до радіо. Харків, «Книгоспілка», 1926, 152 с. зіл.

Данилевський В. В. Як люди вивчилися літати. Харків, «Книгоспілка», 1926, 112 с. зіл.

Данилевський В. В. Нариси з історії техніки. Харків, Держ. вид. України, 1928, 276 с. зіл.

Данилевський В. В. Нарис історії розвитку продуктивних органів суспільної людини. (Спроба матеріалістичної історії техніки). Харків, Держ. вид. України, 1929, 566 с. зіл. Бібліогр.: до роадів.

Данилевський В. В. Основи індустріального виробництва. Харків, Гос. вид-во України, 1930, 240 с. зіл. і черт.

Данилевський В. В. Історія техніки. (Загальний курс). Харків, «Радянська школа» (1901). (Всаукр. ін-т підвищення кваліфікації педагогів), 1931. Лекція I. Завдання та предмет марксистської історії техніки. 16 с. Бібліогр. в підр. прим. Лекція З. Перехід від універсальної майстерні до мануфактури. 12 с. Бібліогр. в підр. прим.

Данилевський В. В. О методе изучения истории техники. «Сообщения Гос. Академии материальной культуры», 1932, № 5—6, стр. 37—44. Бібліогр. в подстроч. прим.

Данилевський В. В. Очерки истории техники XVIII—XIX вв. (Предисловие и ред. Ш. И. Гуревич). М.—Л., Соцэкиз, 1934, 356 с. с илл. табл. и черт. Литература в конце каждого очерка.

Данилевський В. В. Энгельс и основные проблемы развития техники и науки мануфактурного периода. М.—Л., 1936, 31 стр.

Данилевський В. В. Первая огнедействующая машина, построенная в России, и ее изобретатель И. И. Ползунов. «Тр. Ленингр. индустриального ин-та», раздел технологии металлов и машиностроения, 1937, вып. 1, № 10, стр. 3—39 с илл. Бібліогр. в подстр. прим.

Данилевський В. В. И. И. Ползунов. Труды и жизнь первого русского теплотехника. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940, 446 стр. с илл., черт., факс., и карт. 18 вкл. л. черт., портр. и факс. (Акад. наук СССР). Бібліогр.: «Мат-лы и документы о жизни и деле И. И. Ползунова», стр. 7—32.

Данилевський В. В. История гидросилового установок в России до XIX века. М.—Л., Госэнергоиздат, 1940, 208 стр. с илл., черт. и карт.; 1 вкл. л. черт.

Данилевський В. В. История гидросилового установок в России до XIX века. М.—Л., Госэнергоиздат, 1940, 208 стр. с илл., черт. и карт.; 1 вкл. л. черт.

Данилевський В. В. История гидросилового установок в России до XIX века. М.—Л., Госэнергоиздат, 1940, 208 стр. с илл., черт. и карт.; 1 вкл. л. черт.

Данилевський В. В. История гидросилового установок в России до XIX века. М.—Л., Госэнергоиздат, 1940, 208 стр. с илл., черт. и карт.; 1 вкл. л. черт.

Данилевський В. В. Ефим Алексеевич и Мирон Ефимович Черепановы. В кн.: «Нижний Тагил». Свердловск, 1945, стр. 29—37.

Данилевський В. В. Русская техника (От древней Руси до конца XIX в.). Л., 1947, 484 стр. с портр., илл. и черт. (Акад. наук СССР. Комиссия по истории техники). Указатель имен, стр. 466—481. Бібліогр. стр. 435—465.

Данилевський В. В. Творчество в технике ученых и изобретателей дореволюционной России. В кн.: «Вопросы истории отечественной науки. Общее собрание Акад. наук СССР, посвященное истории отечественной науки, 5—11 января 1949». М.—Л., 1949, стр. 545—563.

Данилевський В. В. Жизнь и деятельность Василия Ивановича Калашникова (Специалист в области судового машиностроения. 1849—1908). К 100-летию со дня рождения. «Изв. АН СССР» отд. техн. наук, 1950, № 5, стр. 738—750 с портр.

Данилевський В. В. О некоторых особенностях творчества новаторов техники в дореволюционной России. В сб.: «Из истории отечественной техники». Л., 1950, стр. 5—52 с портр. Бібліогр. в подстр. прим.

Данилевський В. В. Раскопки Усть-Рудницкой фабрики М. В. Ломоносова. «Изв. АН СССР», отд. техн. наук, 1950, № 6, стр. 926—937. Бібліогр.: 10 назв.

Данилевський В. В. Русская техническая литература первой четверти XVIII века. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1954, 359 стр. с илл. (Акад. наук СССР. Б-ка). Бібліогр.: стр. 305—334 (203 назв.).

Данилевський В. В. Нартов и «Ясное зрелище машин». Под ред. А. С. Бритвина. М.—Л., Машгиз (Ленингр. отд.), 1958, 271 стр. с илл. Бібліогр. в подстроч. прим.

Данилевський В. В. Русское золото. История открытия и добычи до середины XIX в. (Учеб. пособие для горно-металлургических вузов и геол.-развед. фак.). М., Metallurgizdat, 1959, 380 стр. с илл. и карт.

Данилевський В. В. Нартов, М., Изд-во «Молодая гвардия», 1960, 173 стр. с илл. (Жизнь замечательных людей. Серия биографий. Основана в 1933 г. М. Горьким. Вып. 2/292). Бібліогр.: 169—171.

«История техники. Бібліогр. указатель. 1946—1947». Сост. Д. С. Николаев, М. А. Раевская, с предисл. В. Н. Юрьева, под ред. В. В. Данилевского. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, 128 стр. (АН СССР, отд. техн. наук. Комиссия по истории техники. Центр. политехи. б-ка).

«История техники. Бібліогр. указатель. 1948». Сост. Е. М. Горбатова и др., с предисл. В. Н. Юрьева, под ред. В. В. Данилевского. М.—Л., Изд-во АН СССР,

1950, 164 стр. (АН СССР, отд. техн. наук. Комиссия по истории техники. Центр. политехи. б-ка).

«История техники. Бібліогр. указатель. 1949». Сост. Д. С. Николаев, М. А. Раевская, с предисл. В. Н. Юрьева, под ред. В. В. Данилевского. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, 199 стр. (АН СССР, отд.

техн. наук. Комиссия по истории техники. Центр. политехи. б-ка).

«История техники. Бібліогр. указатель. 1950». Сост. Л. М. Вадикова и др. Под ред. В. В. Данилевского. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1955, 208 стр. (АН СССР, Ин-т истории естествознания и техники. Центр. политехи. б-ка).

С. В. Шухардин

## А. Ф. КАПУСТИНСКИЙ

## Труды

А. Ф. Капустинского по истории химии

26 августа 1960 г. скончался видный советский физико-химик, член-корреспондент АН СССР, председатель секции истории химии Советского национального объединения историков естествознания и техники — А. Ф. Капустинский.

Анатолий Федорович Капустинский родился 29 декабря 1906 г. в г. Житомир. В 1929 г. он окончил химический факультет Московского государственного университета. С 1930 г. начинается научная и педагогическая деятельность, он занимается термохимией, кристаллохимией, химической термодинамикой, теорией металлургических процессов и теорией растворов электролитов. По этим проблемам А. Ф. Капустинский опубликовал более 250 научных работ<sup>1</sup>.

Блестящие лекции по неорганической и физической химии, которые А. Ф. Капустинский читал студентам Московского института стали, Горьковского, Казанского и Московского университетов, Московского химико-технологического института им. Д. И. Менделеева, надолго останутся в памяти у многих сотен советских химиков, технологов и металлургов.

Большое внимание, особенно в последние 10—15 лет, А. Ф. Капустинский уделял вопросам истории химии. В своих работах он стремился осветить роль и значение исследований русских ученых в развитии химии.

Ряд статей А. Ф. Капустинского посвящен истории первой русской химической лаборатории, созданной М. В. Ломоносовым. Как специалист в области физической химии, А. Ф. Капустинский интересовался историей возникновения и развития этой науки. Этим вопросам и были в основном посвящены его работы в области истории физической химии и термохимии. С 1949 г. А. Ф. Капустинский принимал активное участие в работе Комиссии по истории химии отделения химических наук АН СССР. В 1957 г. он избран председателем секции истории химии Советского национального объединения историков естествознания и техники.

Советские историки химии будут долго хранить память о выдающемся ученом нашей страны.

<sup>1</sup> К. В. Якимирский, Анатолий Федорович Капустинский. «Журн. физ. химии», 1957, т. 31, вып. 1, стр. 267—269; А. Ф. Капустинский. Материалы к биобиблиографии ученых СССР. М., Изд-во АН СССР, 1958.

Развитие кристаллохимии в СССР. (Совместно с Г. Б. Бокном.) В кн.: «Советская химия за двадцать пять лет». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1944, стр. 59—65.

Три четверти века периодического закона Д. И. Менделеева. «Хим. пром.», 1944, № 2—3, стр. 1—7.

Физическая химия в Академии наук. (Совместно с А. Н. Фрумкинским). «Вести. АН СССР», 1945, № 5—6, стр. 91—102.

К пятидесятилетию открытия аргона Рамзаем и Радеем. «Усп. химии», 1945, 14, вып. 2, стр. 164—170.

Роль русской химии в развитии мировой науки. «Вести. АН СССР», 1946, № 4, стр. 13—24.

Первая русская научная химическая лаборатория. «Природа», 1947, № 10, стр. 71—80.

Дмитрий Петрович Коновалов (1856—1929). В кн.: «Люди русской науки. Очерки о выдающихся деятелях естествознания и техники», т. I. М.—Л., Гостехиздат, 1948, стр. 328—332.

Возникновение физической химии как самостоятельной научной дисциплины. «Вести. АН СССР», 1948, № 11, стр. 58—61.

Очерки по истории неорганической и физической химии в России от Ломоносова до Великой Октябрьской социалистической революции. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, 166 стр.

М. В. Ломоносов — основатель физической химии. (К 200-летию первой русской научной химической лаборатории.) Стеклограмма публичной лекции, прочитанной в центральном лектории (Всесоюзного общества по распространению политических и научных знаний) в Москве. М., Изд-во «Правда», 1949, 19 стр.

Русские научные химические лаборатории от Ломоносова до Великой Октябрьской социалистической революции. В кн.: «Вопросы истории отечественной науки. Общее собрание Академии наук СССР, посвященное истории отечественной науки 5—11 января 1949 г.». М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, стр. 289—304.

Периодический закон химических элементов Д. И. Менделеева. В сб.: «Д. И. Менделеев — великий русский химик». Под ред. А. Ф. Капустинского. М., Изд-во «Сов. наука», 1949, стр. 5—107.

Русская наука и создание физической химии и термодинамики. В кн.: «Материалы по истории отечественной химии». Сборник докладов на I Всесоюзном совещании по истории отечественной химии 12—15 мая 1948 г. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 22—29.

Великий русский химик Д. И. Менделеев. В кн.: «Химия в школе». Методический сборник, вып. 4. М., Учпедгиз, 1950, стр. 160—168.

Жозеф Луи Пруст и открытие закона постоянства состава. К двухсотлетию со дня рождения Пруста. «Труды Ин-та истории естествознания и техники». История химических наук и химической технологии, 1955, т. 6, стр. 43—67.

Термохимические работы Г. Н. Гесса и

## А. Д. НЕКРАСОВ

22 августа 1960 г. скончался известный зоолог, цитолог, эмбриолог и старейший советский историк биологии Алексей Дмитриевич Некрасов.

В 1900 г. А. Д. Некрасов окончил Московский университет и был оставлен при нем для подготовки к профессорскому званию. «Моя первая студенческая работа, — писал впоследствии Алексей Дмитриевич, — определяла мой интерес к проблемам развития и размножения животных». Этой первой работой, выполненной на биологической станции на Глубоком озере, было исследование по эмбриональному развитию легочного моллюска — прудовика. Впоследствии Алексей Дмитриевич почти ежегодно проводил летние месяцы на морских и пресноводных биологических станциях — в Италии (Неаполь), в Нормандии (Сен-Ва), на русской зоологической станции в Виллафранке, на Севастопольской и Болшевской станциях, совершал экскурсии на Мурман и на побережья Белого и Каспийского морей. Результатом исследований, проведенных в 1902 и 1903 гг. на Виллафранкской станции, являлась крупная работа, посвященная созреванию и оплодотворению яиц заднежаберного моллюска *Cymbulia Regonii*. Это исследование выполнено в духе зарождавшегося тогда научного направления, которое можно назвать цитологической эмбриологией. К эмбриологии моллюсков А. Д. Некрасов вернулся позднее, опубликовав в 1927—1938 гг. серию сообщений о кладках пресноводных моллюсков, включившись этой работой в новое направление эколого-эмбриологических исследований. Следует упомянуть также более раннюю (1911) работу ученого, касающуюся соотношения полового и бесполого размножения у гидроида *Eleutheria*.

их влияние на русских термохимиков второй половины XIX века. (Совместно с Ю. И. Соловьевым). Там же, стр. 214—228.

Очерки по истории неорганической и физической химии в России от Ломоносова до Великой Октябрьской социалистической революции. Пекин, 1956, 152 стр. на китайском яз.

Андрей Снядецкий и виленская школа химиков. «Труды Ин-та истории естествознания и техники». История химических наук и химической технологии. 1956, т. 12, стр. 22—39.

Авогадро и атомно-молекулярная теория в химии и в физике. К столетию со дня смерти Авогадро (1856—1956). «Хим. наука и пром.», 1956, т. I, № 1, стр. 95—100.

Д. И. Менделеев и современное развитие его идей. К 50-летию со дня смерти (1907—1957). «Изв. АН СССР», отд. техн. наук, 1957, № 2, стр. 130—137.

П. А. Фигуровский, Ю. И. Соловьев

Педагогическая и научно-организационная деятельность А. Д. Некрасова до революции протекала в Московском университете, Московском сельскохозяйственном институте (ныне Тимирязевская сельскохозяйственная академия) и на Голлицыньских сельскохозяйственных женских курсах, а в советское время — в Нижегородском (позднее Горьковском) университете. В Горьком он участвовал в краеведческих экспедициях и организовал Нустиненскую биологическую станцию. А. Д. Некрасов читал курсы зоологии беспозвоночных и дарвинизма, а позднее курсы истории биологии в Горьковском и в Московском университетах.

Интерес к истории биологии зародился у А. Д. Некрасова давно и касался как истории его собственной научной специальности — цитологии и эмбриологии, так и истории эволюционного учения. Для зоологов, цитологов и эмбриологов еще долгие годы будет настольной книгой вышедшая в 1930 г. монография А. Д. Некрасова «Оплодотворение в животном царстве (История проблемы)» — плод громадного труда (изучения в подлинниках работ Гарвел, Фабриция, де-Граафа, Мальпиги, Сваммердама, Валлиспери, Галлера, Бонне, Вольфа, Пуркине, Вера и многих позднейших исследователей). История науки в этой книге излагается не в виде сухого перечня открытий и не является плодом субъективных оценок прошлого; он устанавливает связи между теориями и открытиями и оценивает те факты, которые стимулировали прогресс науки.

Много лет упорной работы посвятил А. Д. Некрасов изучению трудов Дарвина и истории дарвинизма. Плодом этой работы была живо и вместе с тем строго научно написанная книга «Борьба за дарвинизм»:

А. Д. Некрасов был редактором и частично переводчиком важнейших сочинений Дарвина — «Происхождение видов», «Происхождение человека», предварительных очерков «Происхождения видов», написанных Дарвином в 1842 и 1844 гг., а также автором вступительных статей и комментариев к этим трудам Дарвина.

К заслугам А. Д. Некрасова относится опубликование основных эмбриологических и сравнительно-физиологических работ А. О. Ковалевского в сборнике, вышедшем в 1951 г. в серии «Классики науки», а также всех эмбриологических работ И. П. Мечникова, составивших второй и третий тома полного собрания сочинений (вышли в 1953 и 1955 гг.). Эти

публикации снабжены ценными комментариями и статьями о творчестве корифея русской эмбриологии.

В последние годы жизни А. Д. Некрасов перевел с французского и немецкого языков многие работы А. О. Ковалевского, никогда не публиковавшиеся по-русски. Лучшим памятником А. Д. Некрасову было бы издание этих переводов, которые с напечатанными прежде работами Ковалевского составят полное собрание его сочинений.

Все знавшие лично Алексея Дмитриевича навсегда сохраняют память о выдающемся ученом, человеке редкой доброжелательности и душевной чистоты.

Л. Вилхер

## С. Л. СОБОЛЬ

1 декабря 1960 г. умер виднейший историк биологии, сотрудник Института истории естествознания и техники АН СССР, доктор биологических наук, член-корреспондент международной академии истории науки, председатель секции истории естествознания Московского общества испытателей природы, лауреат Сталинской премии Самуил Львович Соболев. Плодотворная научная деятельность С. Л. Соболева широко известна в Советском Союзе и за рубежом. Советские историки естествознания утратили старшего товарища, труды которого служили для них образцом точного научного анализа, потеряли искреннего друга, всегда готового поделиться своим опытом и знаниями.

С. Л. Соболев родился 25 августа 1893 г. в Одессе. После окончания тбилисской гимназии он поступил на историко-филологический факультет Новороссийского (Одесского) университета, но уже со второго курса перешел на физико-математический факультет (по естественному отделению), который окончил в 1920 г., продолжая посещать лекции на историко-филологическом факультете. Научную работу Самуил Львович начал на студенческой скамье; после окончания университета он был назначен ассистентом на кафедру зоологии и сравнительной анатомии. Первые научные публикации С. Л. Соболева в 1917—1925 гг. были посвящены вопросам зоологии, сравнительной анатомии, гидробиологии и гистологии. Литературный талант С. Л. Соболева обнаружился еще в ранней юности — его гимназическое сочинение о воспитательном значении русской литературы напечатано в отчете по Кавказскому учебному округу (Тифлис, 1913, стр. 435—440) со следующим примечанием: «Работы, подобные сочинению Соболева, встречаются среди сочинений абитуриентов крайне редко».

В выпущенной в 1923 г. Госиздатом Украины первой книге «Мир паразитов и законы жизни» С. Л. Соболев дал блестя-

щий образец популяризации биологических знаний.

В 1922 г. С. Л. Соболев переехал в Москву и начал редакционную деятельность сначала в Госиздате, затем в Большой Советской Энциклопедии, где был заместителем редактора биологического отдела, и, наконец, в организованном им биологическом отделе Биомедгиза. По инициативе С. Л. Соболева и под его редакцией Биомедгиз выпустил много ценных книг по различным отраслям биологии. В 1932 г., в 50-летнюю годовщину смерти Ч. Дарвина Биомедгиз принял решение об издании перевода сочинений гениального основоположника эволюционной теории. Душой этого начинания, потребовавшего огромных творческих усилий, был С. Л. Соболев, под редакцией которого в 1935 и 1936 гг. вышли два первых тома. С. Л. Соболев был заместителем ответственного редактора сочинений Дарвина. Прерванное редакцией Дарвина было закончено в 1959 г., в год 150-летнего юбилея со дня рождения Дарвина и 100-летнего юбилея его теории, когда вышел подготовленный С. Л. Соболевым заключительный, девятый том. По полноте, тщательности подготовки и обилию ценных комментариев это издание является единственным во всем мире.

Глубокие и разносторонние знания в области истории мировой науки, в частности истории дарвинизма, нашли отражение в многочисленных статьях С. Л. Соболева о научном творчестве Дарвина и в работах по истории возникновения и дальнейшего развития эволюционного учения. Так, под редакцией С. Л. Соболева несколько раз выходила отдельным изданием книга Дарвина «Путешествие натуралиста на корабле Вигль» (текст одного из этих изданий С. Л. Соболев специально обработал для учащихся средней школы). Много труда потратил С. Л. Соболев на расшифровку, перевод и комментирование полностью или частично неопубликованных руко-



С. И. Соболев

числой Дарвина, раскрывающих становление и развитие его теории. Эти материалы, включенные в книгу Дарвина «Автобиография» (1957), вышли в русском переводе раньше, чем в Англии; два года спустя вместе с переводом текстов «Записных книжек» они вошли в девятый том сочинений великого ученого. Истории эволюционной теории посвящены оставшиеся в рукописях работы С. И. Соболева — об эволюционной идее в античном мире и в средние века, о воззрениях современных Дарвину английских натуралистов и др. Не опубликовано также подготовленное С. И. Соболевым обширное (свыше 2000 страниц машинописи) собрание переведенных на русский язык писем Дарвина, часть которых еще нигде не печаталась.

Другую неоценимую научную заслугу С. И. Соболева составляет деятельность, посвященная истории микроскопа и его применений. Многолетние труды исследователя в этой области увенчались широко известной монографией «История микроскопа и микроскопических исследований в России в XVIII веке» (книга отмечена Сталинской премией за 1950 г.) и созданием уникального музея микроскопии, который в ближайшее время будет открыт.

Помимо этого, перу С. И. Соболева принадлежат очерки истории отечественной

биологии в первом и втором томах коллективного труда «История естествознания в России», получившего высокую оценку в советской и зарубежной печати.

С. И. Соболев был также умелым организатором научной работы. С 1946 г. в течение 10 лет он возглавлял сектор истории биологических наук Института истории естествознания (позднее Института истории естествознания и техники) Академии наук СССР, где под его редакцией выходили работы по истории биологии в «Трудах» института, по его инициативе было создано непрерывное издание «Анналы биологии». Под редакцией С. И. Соболева вышли переводы книг П. Каммерера («Смерть и бессмертие», 1928), Л. Плате («Эволюционная теория», 1928), К. Фриша («Жизни пчел», 1930, 1935), а в переводе самого С. И. Соболева — книга Р. Гольдшмидта «Аскарида», 1925, 1931, 1935. С. И. Соболев был ответственным редактором капитального сочинения Б. Е. Райкова «Русские биологи-эволюционисты до Дарвина» (1951—1955).

Свои краткие досуги Самуил Львович посвящал художественному творчеству: он изучал творения Гёте и перевел первую часть его «Фауста».

Глубокую скорбь о безвременной кончине С. И. Соболева вместе с советскими

биологами и историками естествознания разделяют и многие прогрессивные деятели науки за рубежом, высоко ценившие его научные заслуги.

Л. Я. Бляхер

### Важнейшие научные труды С. И. Соболева

Экспедиция Ч. Дарвина на корабле «Бигль» (статья и комментарии к труду Дарвина «Путешествие на корабле Бигль»). В кн.: Ч. Дарвин. Сочинения, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1935.

Комментарий к «Происхождению видов» Ч. Дарвина. В кн.: Ч. Дарвин. Сочинения, т. III, 1939.

Кабинет истории микроскопа Академии наук СССР. «Вестн. АН СССР», 1938, № 6.

Первое июля 1858 — двадцать четвертое ноября 1859 — полемика вокруг идей Дарвина в период, предшествовавший выходу в свет «Происхождения видов». «Журн. общей биологии», 1940, т. I, № 1, стр. 75—104.

К истории микроскопа в раннем периоде деятельности Петербургской Академии наук. «Изв. АН СССР», отд. биол. наук, 1945, № 2, стр. 247—256.

Борьба М. А. Мензбира за дарвинизм. «Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы», отд. биол., 1946, т. 51, вып. 1, стр. 32—44.

Проблемы общей биологии в поэме Лукреция «О природе вещей». В кн.: «Лукреций. О природе вещей», т. II. М., 1947, стр. 39—86.

Ранние эволюционные воззрения Николая Алексеевича Северцова. «Труды совещания по истории естествознания». М., 1948, стр. 299—309.

Микроскоп и микроскопические исследования в работах М. В. Ломоносова. «Труды Ин-та истории естествознания АН СССР», 1948, т. II, стр. 197—225.

Мартин Тереховский и его диссертация о природе наливочных анималькулей. «Микробиология», 1948, т. XVII, № 4, стр. 294—306.

К истории создания Дарвином его «Исторического очерка развития воззрений на происхождение видов». «Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы», отд. биол., 1949, т. 54, вып. 1, стр. 85—95.

Оптические инструменты и сведения о них в допетровской Руси. «Труды Ин-та

истории естествознания АН СССР», 1949, т. III, стр. 136—172.

Экспериментальное исследование русского ученого XVIII в. по проблеме самопроизвольного зарождения. Там же, стр. 297—322.

История микроскопа и микроскопических исследований в России в XVIII веке. М., Изд-во АН СССР, 1949, 606 стр.

Основоположник отечественной гистологии А. М. Шумлянский (Вступительная статья и комментарии к публикации «Из архива А. М. Шумлянского. Письма и документы». Научное наследство. М., т. II, 1951, 6 авт. л.

Возникновение и развитие материалистической традиции в русской эволюционной мысли в XVIII — первой половине XIX века. «Труды Ин-та истории естествознания АН СССР», Изд-во АН СССР, 1953, т. V.

Чарльз Дарвин. Очерк жизни и деятельности. Изд-во «Знание», 1957, 2,5 авт. л. То же, на немецком яз. Лейпциг — Цена, 1959.

Главы по истории биологии с XI по середину XIX в. В кн.: «История естествознания в России». М., Изд-во АН СССР, 1957, 14 авт. л.

Из истории борьбы за дарвинизм в России. «Труды Ин-та истории естествознания и техники АН СССР», 1957, т. 14, стр. 195—226.

Ч. Дарвин. Воспоминания о развитии моего ума и характера (Автобиография). Дневник работы и жизни. Полный перевод рукописей, вступительная статья и комментарии. М., Изд-во АН СССР, 1957, 251 стр.

То же, на немецком яз. Лейпциг, 1959.

То же, на болгарском яз. София, 1959. Эволюционная концепция Ч. Дарвина в период до его ознакомления с сочинением Мальтуса (по неопубликованной «Записной книжке», 1837—1838 гг.). «Зоол. журн.», 1958, т. 37, вып. 5, стр. 643—658.

Эволюционная концепция Ч. Дарвина на первых этапах ее формирования. «Анналы биологии», 1959, т. 1, стр. 15—34.

Ч. Дарвин. Сочинения, т. 9. Перевод ряда работ Дарвина с рукописей, вступительная статья, комментарий и библиографии трудов Дарвина на английском и русском языках и на языках народов СССР. М., 1959.

Всего в настоящее время выявлено более 70 книг, статей и рецензий С. И. Соболева.

## СОДЕРЖАНИЕ

А. Ф. Платэ, Н. Д. Зелинский и его вклад в химию углеводов (к 100-летию со дня рождения) . . . . .	3
Г. В. Быков. Возникновение понятия о ковалентной связи в химии . . . . .	11
А. С. Чеботарев. Из истории развития способа наименьших квадратов . . . . .	20
Д. Н. Гордеев. История палеогеографии и некоторых смежных отраслей знания в СССР за послевоенные годы (1946—1960 гг.). . . . .	29
Т. Л. Золотарев. Развитие гидроэнергетики в СССР . . . . .	40

## СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

А. М. Френк (Тирасполь). К истории развития принципа Гюйгенса . . . . .	51
У. П. Франкфурт. К истории учения о термоэлектрических явлениях (1822—1900). . . . .	54
Л. А. Глебов. К развитию теории адиабатических инвариантов Эрэнфеста . . . . .	57
Б. Н. Фрадлин (Киев). К истории динамики негетерогенных систем . . . . .	61
Ю. Г. Перель. К 200-летию «Космологических писем» И. Г. Ламберта . . . . .	69
В. И. Лысенко. О работах академиков П. И. Фуса и Ф. И. Шуберта по математической картографии. . . . .	75
А. М. Соркин (Ленинград). Из истории библиографии физико-математических и естественных наук в начале XX в. . . . .	79
В. И. Кузнецов. Значение обобщений Берцелиуса в области катализа . . . . .	82
Ю. С. Мусабеков (Ярославль). Из истории научных связей русских и французских химиков . . . . .	88
Н. И. Крайнер (Ярославль). Н. А. Северцов как гляциолог . . . . .	91
С. Л. Соболев. Новые материалы о Ч. Дарвине (по страницам английских и американских журналов) . . . . .	95
Е. М. Сенченко. История вопроса о роли воды как источника кислорода в процессе фотосинтеза . . . . .	100
Б. А. Остроумов (Ленинград). Нижегородская радиолоборатория им. В. И. Ленина . . . . .	105
Н. А. Тюлина. Из истории водометного двигателя . . . . .	107
Л. И. Уварова. О развитии в России научных основ проектирования машин . . . . .	110
С. Я. Плоткин. Из истории порошковой металлургии . . . . .	119
П. М. Казанцев (Пожива). Материалы к биографии П. Г. Соболевского . . . . .	124
Н. Л. Значко-Яворский (Ленинград). Деятельность Антуана Рокура де Шарлевиля в России. . . . .	126
А. Левелье (Париж). Дворец открытий . . . . .	130

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ДАТЫ

П. П. Перфильев (Ленинград). Б. Е. Райков как историк естествознания (к 80-летию со дня рождения) . . . . .	137
Н. Я. Конфедератов. К 225-летию со дня рождения Джемса Уатта . . . . .	138
А. А. Макареня (Ленинград). А. А. Воскресенский и его научная школа (к 150-летию со дня рождения и 80-летию со дня смерти) . . . . .	141

Ю. И. Соловьев, А. Я. Кипине (Ленинград). К 100-летию со дня рождения А. А. Яковкина . . . . .	144
Б. Е. Райков (Ленинград). К 25-летию со дня смерти В. А. Вагнера — основоположника зоопсихологии в России . . . . .	148

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. П. Зубов. «Становление науки». Памяти Иоахима Юнгя (1587—1657). 1958 . . . . .	150
В. П. Зубов. Э. Розен. Три коперниканских трактата: «Commentariolus» Коперника, «Письмо против Вернера» и «Первое сообщение» Ретика. 1959 . . . . .	151
В. П. Зубов. Г. Барановский. Библиография Коперника 1509—1955, 1958. . . . .	151
У. П. Франкфурт. М. Планк. «Физические статьи и речи», т. I, II, III, 1958. . . . .	152
А. Б. Паплаускас, У. И. Франкфурт. Бирман Иоганн Петер Густав Лежен Дирхле. «Документы о жизни и деятельности». 1959. . . . .	154
С. А. Погодин, Н. А. Шестьин, В. В. Козлов. «Очерки истории химических обществ СССР». 1958. . . . .	155
С. Л. Соболев, И. П. Пузанов. «Жан Батист Ламарк». 1959 . . . . .	157
Н. А. Григорян. «История и философия познания мозга и его функций». 1958 . . . . .	158
В. А. Пазухин, Ф. Тавадзе, Т. Сакварелидзе. «Бронзы древней Грузии». 1959 . . . . .	160
И. П. Жаворонкова, В. В. Данилевский. «Русское золото». 1959. . . . .	163
И. П. Жаворонкова, И. П. Кириченко. «Химические способы добычи полезных ископаемых». 1958. . . . .	163
Вс. П. Остольский, К. Михайловский. «Греческая техника». 1959 . . . . .	164
М. Л. Гофман (Ленинград). Т. Карман «Аэродинамика. Избранные проблемы в свете их исторического развития». 1954. . . . .	165
А. А. Кузин, А. И. Александров. «Из истории инженерной графики Урала и Сибири». 1959. . . . .	168
Новые иностранные книги по истории естествознания и техники . . . . .	169

## ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

К 250-летию со дня рождения М. В. Ломоносова . . . . .	171
В Ленинградском отделении Института истории естествознания и техники АН СССР (П. П. Перфильев, Ленинград). . . . .	172
Конференция, посвященная русско-французским научным связям. (П. П., Ленинград) . . . . .	173
Издание «Истории Академии наук СССР», (А. В. Предтеченский, А. В. Кольцов, Ленинград). . . . .	173
Работы по истории науки в Эстонии (П. В. Мюрсепп, Тарту) . . . . .	174
Украинская конференция по истории естествознания и техники (Ю. А. Анисимов, Киев) . . . . .	176
Конференция чехословацких историков науки и техники (Л. Новый, П. Смолка, Прага) . . . . .	177
Вопросы истории науки на XXV Международном конгрессе востоковедов (Б. А. Розенфельд, А. П. Юшкевич) . . . . .	179
Международная конференция по истории физико-математических наук . . . . .	181
III Конгресс историков науки Бенелюкса (В. З.) . . . . .	181
Преподавание истории техники в Московском энергетическом институте (Л. Д. Белькинд) . . . . .	181
Историко-научные вопросы на страницах журналов (С. П.) . . . . .	182
Международный конкурс на лучший труд о Галилее (В. З.) . . . . .	183
В Ученом совете Института истории естествознания и техники АН СССР (Т. Ф. Бедретдинова) . . . . .	183
В секторе истории физико-математических наук (С. Е.) . . . . .	184
В секторе истории химических наук (Ю. Р.) . . . . .	185
В секторе истории биологических наук (Л. Б.) . . . . .	185

В секторе истории геолого-географических наук (И. Ф.) . . . . .	186
В секторе истории металлургии и горной техники (Е. В.) . . . . .	187
В секторе истории энергетики, электротехники и связи (Б. С.) . . . . .	187
В секторе истории машиностроения (А. Ч.) . . . . .	188
В секции истории геолого-географических наук Советского национального объединения историков естествознания и техники (З. К. Новокшанова)	189
Секция истории медицины и фармации (Е. Н. Якубова) . . . . .	189

#### ПАМЯТИ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ

Н. С. Шатский (И. В. Батюшкова) . . . . .	191
В. В. Дашлевский (С. В. Шухардин) . . . . .	192
А. Ф. Капустинский (Н. А. Фигуровский, Ю. И. Соловьев) . . . . .	195
А. Д. Некрасов (Л. Я. Бляхер) . . . . .	196
С. Л. Соболев (Л. Я. Бляхер) . . . . .	197

Вопросы истории естествознания и техники

#### Выпуск 11

Утверждено к печати  
Институтом истории естествознания и техники  
Академии наук СССР

Редактор Издательства И. А. Улановская  
Технический редактор И. Д. Новичкова

Сдано в набор 10/VI 1961 г. Подписано к печати 30/VIII 1961 г.  
Формат 70×108<sup>1</sup>/<sub>16</sub> Печ. л. 12,75 = 17,46 усл. печ. л.  
Уч.-издат. л. 22,1 Тираж 1400 экз. Т-09125.  
Изд. № 12. Тип. зан. № 2009

Цена 1 руб. 55 коп.

Издательство Академии наук СССР.  
Москва, В-62, Подосенский пер., 21  
2-я типография Издательства.  
Москва, Г-99, Шубинский пер., 10