

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ  
ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ  
И ТЕХНИКИ



1 9 5 7

---

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

АКАДЕМИЯ НАУК СССР  
Институт истории естествознания и техники

# ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Выпуск

3

1957

1957

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР  
МОСКВА

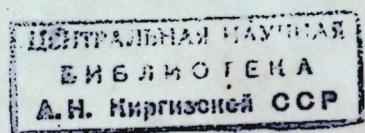
п-81      п-18073

1957      История  
в.3      естествознания и  
техники АН СССР  
18р.

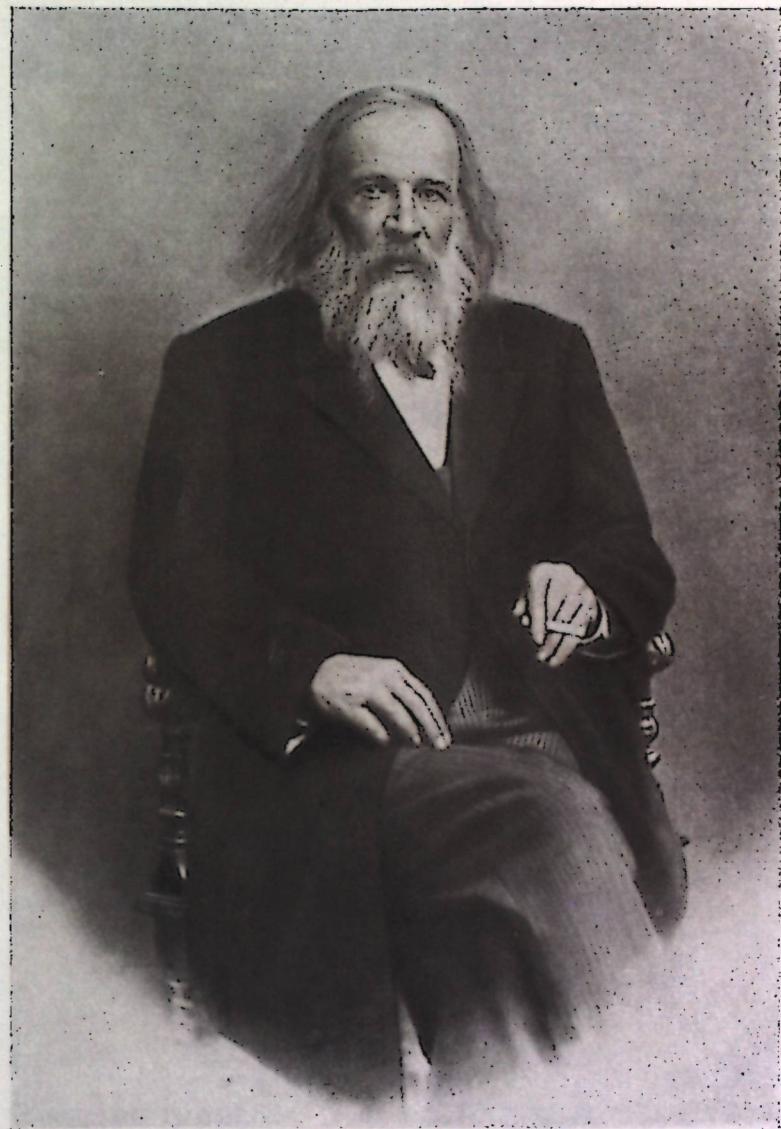
1957      Соловьев  
1957      Беренса

п-18073

П 18073



455



D. Менделеев

## К 50-ЛЕТИЮ СО ДНЯ СМЕРТИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Н. А. ФИГУРОВСКИЙ

### ТРИУМФ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ЗАКОНА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА.

Первый набросок периодической системы элементов Д. И. Менделеев составил и подписал в набор 17 февраля (1 марта — и. ст.) 1869 г.<sup>1</sup>. Этот набросок в виде таблицы, озаглавленной «Опыт системы элементов, основанной на их атомном весе и химическом сходстве», был через несколько дней разослан некоторым русским и иностранным химикам, а также приложен ко второму выпуску «Основ химии» (на обороте последней страницы предисловия, датированного мартом 1869 г.)<sup>2</sup>.

Периодическая система элементов в первоначальном виде была весьма несовершенной. Сам Менделеев не был еще уверен в правильности расстановки в ней ряда элементов и поставил против символов этих элементов знак вопроса. Несмотря на это, он тотчас же увидел в своей таблице отражение важнейшего закона природы и потому немедленно, отложив все дела, принялся за работу над ее усовершенствованием. Вскоре он придал периодической системе форму, которая с того времени хорошо известна всем химикам.

Менделееву пришлось преодолеть серьезные затруднения при установлении места некоторых элементов в системе.

Уже в 1869 г. в статье «Соотношение свойств с атомным весом элементов»<sup>3</sup> Менделеев говорил о периодичности свойств элементов, расположенных в порядке возрастания их атомных весов, и указал на существование многих еще не открытых элементов, в частности аналогов алюминия и кремния.

В 1871 г. были опубликованы две обобщающие классические статьи Менделеева, посвященные периодическому закону. В них приведена окончательная формулировка закона и даны главные выводы и следствия из него. Первая статья, вышедшая на русском языке, называлась: «Естественная система элементов и применение ее к указанию свойств неоткрытых элементов»<sup>4</sup>; вторая — «Периодическая законность для химических элементов» — была опубликована в немецком журнале<sup>5</sup>. Здесь Менделеев изложил свои знаменитые предсказания свойств неизвестных еще науке элементов, в частности аналогов алюминия, бора и кремния, названных им экаалюминием, экабором и эакремнием.

<sup>1</sup> Д. И. Менделеев. Новые материалы по истории открытия периодического закона. М.—Л., 1950. Вкладка к стр. 11.

<sup>2</sup> Д. Менделеев. Основы химии, ч. I. СПб., 1869, стр. IV.

<sup>3</sup> ЖРХО, 1869, т. I, вып. 2—3, стр. 60.

<sup>4</sup> ЖРХО, 1871, т. III, вып. 9, стр. 25.

<sup>5</sup> «Ann. Chem. u. Pharm.», 1871, VIII Suppl. Bd., N11, стр. 133. См. также Д. И. Менделеев. Новые материалы по истории открытия периодического закона, стр. 19.

Выступления Менделеева не остались незамеченными, о чем свидетельствуют несколько откликов в русской и иностранной печати<sup>6</sup>. Однако большого интереса в кругах химиков они не вызвали. В откликах, появившихся в начале 70-х годов, периодический закон по существу не обсуждался. Вместе с тем у большинства авторов этих откликов явно сквозило недоброжелательное отношение к Менделееву, некоторые из них пытались поставить под сомнение новизну его идей.

Для характеристики же отношения к периодическому закону друзей Менделеева приведем отрывок из письма к нему Э. Эрлеинейера от 5 ноября 1871 г. Сообщая о выходе в ближайшее время упоминавшейся выше статьи в «Анналах» Либиха, Эрлеинейер писал: «Сердечно спасибо за Вашу статью, которая меня очень интересует. Она содержит много прекрасных и больших мыслей. Мы не могли поместить ее в обычной тетради потому, что она не должна быть разделена. Она теперь напечатана и вскоре Вы сможете получить ее отдельный оттиск. Если это еще возможно, я оставлю для себя и Фольгарда по экземпляру... Вскоре я напишу Вам длиное письмо о Вашей работе»<sup>7</sup>.

Это письмо, по-видимому, не было написано.

Некоторые из русских ученых, не понимая в то время огромного значения открытия Менделеева, сожалением смотрели на его отход от экспериментальной работы. Друзья советовали Менделееву бросить теоретические исследования и заняться органическим синтезом. К их числу принадлежали А. А. Воскресенский и Н. Н. Зинин. Последний в особенности настоятельно советовал Менделееву «заняться делом», даже после выхода нескольких важных его статей по периодическому закону.

Впрочем, к чести Н. Н. Зинина следует сказать, что он приветствовал появление классической статьи «Естественная система элементов». В письме к Менделееву от 18 февраля 1871 г. Зинин писал: «С особым вниманием прочитал Вашу статью (в 9 выпуске ч. III «Журнала химич. общ.») — Естественная система элементов и проч. Очень, очень хорошо, — премного отличных сближений, — даже весело читать; дай Бог Вам удачу в опытом подтверждении главных выводов»<sup>8</sup>.

Объясняя причины равнодушия ученого мира к крупнейшему научному открытию XIX столетия, знаменитый английский ученый Э. Резерфорд в своей речи, посвященной столетию со дня рождения Менделеева, говорил: «Идеи Менделеева сперва привлекли к себе мало внимания, потому что химики его времени были более заняты собиранием и добыванием фактов, чем размышлением об их соотношении. Судьба проутовской гипотезы сыграла отталкивающую роль, вызывая в умах исследователей скептическое отношение к попыткам обобщения в такой трудной области»<sup>9</sup>. Однако несколько лет спустя положение коренным образом изменилось. Равнодушие к периодическому закону сменилось общим восторженным его признанием. Появились многочисленные подражатели, предлагавшие самые разнообразные видоизменения периодической системы.

Подлинный триумф периодический закон и его автор пережили после того, как блестяще подтвердились высказанные Менделеевым предсказания существования и свойств еще не открытых элементов.

Уже через четыре года после выхода обобщающих статей Менделеева французский ученый Лекок-де-Буабодран открыл один из предсказанных им элементов.

Еще в феврале 1874 г. Буабодран начал химическое исследование цинковой обманки с горы Пьеррфитт в Пиренеях. Выделив цинк в раствор и ис-

<sup>6</sup> «Д. И. Менделеев. Научный архив», т. I, Изд-во АН СССР, 1953, стр. 704.  
<sup>7</sup> Там же.

<sup>8</sup> Научный архив Д. И. Менделеева при ЛГУ, ф. 1-13-39-133, лл. 1 и 2.  
<sup>9</sup> «Успехи химии», 1934, т. III, вып. 6, стр. 842.

следовав этот раствор спектроскопически при помощи водородно-кислородного пламени, а затем, изучив искровой спектр, он обнаружил ряд линий, не принадлежавших известным уже элементам. Буабодран писал: «Между тремя и четырьмя часами вечера 27 августа 1875 г. я нашел признаки возможного существования нового элементарного вещества в продуктах, содержащихся в исследованвшейся мною обманке из Пьеррфитта»<sup>10</sup>.

Известия об открытии нового элемента, названного галлием, быстро появились в различных журналах и прежде всего в «Докладах Парижской академии наук»<sup>11</sup>. Познакомившись с сообщением Буабодрана, Менделеев сразу узнал в новом элементе предсказанный им экаалюминий, несмотря на то, что в первом сообщении автора в описании свойств галлия и его соединений были допущены некоторые неточности. В частности, обращало на себя внимание значительное различие в удельном весе: Менделеевым было предсказано, что новый элемент должен обладать удельным весом, равным 5,9. По определению же Буабодрана, его значение было 4,7.

На заседаниях Русского химического общества и физического общества 4 и 6 ноября 1875 г. Менделеев обратил внимание собравшихся на то, «что элемент, открытый недавно Лекок-де-Буабодраном и названный им галлием как по способу открытия (спектром от искр), так и по свойствам, до сих пор наблюденным, совпадает с существующим экаалюминием, свойства которого указали четыре года тому назад»<sup>12</sup>. Одновременно Менделеев направил Буабодрану письмо с упоминанием своих предсказаний и заметку в «Доклады Парижской академии наук»<sup>13</sup>.

Лекок-де-Буабодран, ничего до этого не знаящий о Менделееве и об открытом им периодическом законе химических элементов, по-видимому, не без некоторого неудовольствия ознакомился с его письмом и заметкой, вскоре появившейся в «Докладах Парижской академии наук». В первый момент Буабодран, естественно, не мог понять, каким образом неизвестный ему далекий петербургский ученый, никогда не видевший даже спектра галлия, решился так настойчиво и уверенно оспаривать полученный им результат определений физических констант галлия. Понадобилось некоторое время для того, чтобы он мог ознакомиться с классической статьей Менделеева о периодическом законе<sup>14</sup>, в которой за четыре года до открытия галлия были описаны его свойства. Но даже после ознакомления с этой статьей, доводы Менделеева, по-видимому, показались Буабодрану недостаточно убедительными. Тем не менее он должен был приняться за работу по выделению достаточного количества галлия из цинковой обманки с тем, чтобы более тщательно определить основные константы нового элемента.

Интересно отметить, что в своей заметке «По поводу открытия галлия»<sup>15</sup> Менделеев уже с уверенностью писал: «В 1869 г. я установил следующий закон...» и далее: «до открытия периодаического закона было невозможно предсказать существование элементов, которые еще не открыты, и определить их свойства» (разрядка моя.— Авт.). Очевидно, известие об открытии галлия он расценил как окончательное доказательство огромного научного значения периодаического закона.

Повторив в своей заметке описание основных свойств экаалюминия — галлия, выведенных на основании периодического закона, Менделеев указывает, что описания Лекок-де-Буабодраном свойств нового элемента «застав-

<sup>10</sup> M. E. Weeks. Discovery of the Elements. 4. Ed., N. Y., стр. 313.

<sup>11</sup> «Compt. rend.», 1875, 81, стр. 493.

<sup>12</sup> ИРХО и ФО, 1875, т. VII, отд. 1, вып. 9, стр. 316 и 337.

<sup>13</sup> «Compt. rend. de l'Acad. de Sci.», Paris, 1875, 81, стр. 969. См. «Заметка по поводу открытия галлия». Избр. соч., т. II, 1934, стр. 252.

<sup>14</sup> «Ann. Chem. et Pharm.», 1872, VIII Suppl. Bd., стр. 133.

<sup>15</sup> Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, 1934, стр. 252—255.

ляют предполагать, что новый металл есть не что иное, как экаалюминий. Если последующие исследования подтвердят тождество свойств, которые я только что перечислил для экаалюминия, со свойствами галлия, то это будет поучительным примером полезности периодического закона»<sup>16</sup>.

Спустя некоторое время, когда Буабодран вместе с Юнгфлейшем получил достаточное количество чистого галлия и вновь определил его основные константы, оказалось, что предсказания Менделеевым величина его удельного веса с поразительной точностью совпала с определенной Буабодраном опытным путем. А именно: Менделеев дал цифру около 6, Буабодран же нашел 5,94 (современное значение для удельного веса твердого галлия при 20°C равно 5,91). Это обстоятельство произвело сильное впечатление как на самого Буабодрана, так и на весь ученый мир.

Однако предсказания Менделеевым величина атомного веса нового металла и его некоторые свойства оказались не в точности совпадающими с найденными Буабодраном. Менделеев указал, что атомный вес экаалюминия должен быть равен 68, Буабодран же нашел, что атомный вес галлия 69,9 (современное значение атомного веса галлия — 69,72). Возможно, что именно это обстоятельство дало Буабодрану повод в одной из своих статей<sup>17</sup> заметить, что если бы он был знаком с системой элементов Менделеева и с его предсказаниями свойств экаалюминия, то это не облегчило бы, а затруднило выделение этого металла, так как, несмотря на точное совпадение удельного веса экаалюминия и галлия, химические свойства его соединений не точно соответствуют его положению в периодической системе между алюминием и индием<sup>18</sup>.

Надо, однако, заметить, что в сводной статье, посвященной галлию<sup>19</sup>, Буабодран полностью отдает должное заслугам Д. И. Менделеева. В начале статьи, где дано перечисление немногих работ, посвященных галлию, при надлежащих самому Буабодрану и его сотруднику Юнгфлейшу, приведены две ссылки на работы Менделеева, а именно: на «Основы химии», т. II, стр. 926 третьего издания (Буабодран ошибочно цитирует не «Основы химии», а «Nouvelle Chimie») и на упоминавшуюся выше заметку Менделеева от 1875 г. в «Докладах Парижской академии наук».

Подробно описав свойства галлия и его соединений и изложив результаты своих исследований, Буабодран в конце статьи вновь возвращается к истории открытия галлия. Он пишет о давно имевшихся у него теоретических соображениях, нигде им не опубликованных, но изложенных в частных письмах к Дюма и Фриделю. На основании этих соображений он предполагал существование гипотетического элемента в серии алюминий — индий. Буабодран приводит даже расчет атомного веса галлия как промежуточной величины между атомными весами алюминия и индия и в результате получает атомный вес, близкий к величине, найденной опытным путем.

Вместе с тем он указывает на поразительным образом подтвердившееся предсказание Д. И. Менделеевым свойств экаалюминия. «Когда, — пишет он, — в 1875 г. Лекок-де-Буабодраном был открыт галлий и когда его атомный вес и химические свойства были хорошо изучены, обнаружилось, что значение открытия Менделеева превзошло все ожидания»<sup>20</sup>.

<sup>16</sup> Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, 1934, стр. 254—255.

<sup>17</sup> «Ann. chim. et phys.», 1877, ser. 5, X, стр. 138.

<sup>18</sup> В архиве Д. И. Менделеева хранится письмо Лотара Мейера к Д. И. Менделееву от 16 августа 1893 г., посвященное подготовке к изданию в «Классиках Остwaldа» классических статей по периодическому закону. Л. Мейер высказывает свое мнение о том, что следует опубликовать из трудов Менделеева и пишет: «...я рассчитываю добавить только об упоминании Ваших предсказаний открытием галлия, скандия и германия. При этом будет уместно сообщить некоторые сведения о сомнениях г-на Лекок-де-Буабодрана» (Научный архив Д. И. Менделеева при ЛГУ, I-B-63-1-70).

<sup>19</sup> Dictionnaire de chimie pure et appliquée. Suppl., стр. 851.

<sup>20</sup> Там же, стр. 859.

Насколько точно Менделеев описал свойства еще неоткрытого элемента, пользуясь только периодическим законом, видно из следующего сопоставления<sup>21</sup>:

Предсказано Д. И. Менделеевым в 1871 г.: В действительности установлено Лекок-де-Буабодраном:

Экаалюминий — Ea.

Атомный вес должен быть близок к 68.

Простое тело должно быть низкоплавко.

Удельный вес его близок к 6.

Удельный объем = 11,5.

Не должно окисляться на воздухе.

Должно разлагать воду при краснокалильном жаре.

Формулы соединений:  $EaCl_3$ ;  $Ea_2O_3$ ;  $Ea_2(SO_4)_3$ .

Должны образовать квасцы  
 $Ea_2(SO_4)_3 \cdot Me_2SO_4 \cdot 24H_2O$ , но труднее, чем алюминий.

Окись  $Ea_2O_3$  должна легко восстанавливаться и давать металл более летучий, чем Al, а потому можно ожидать, что Ea будет открыт путем спектрального анализа.

Таким образом, предвидение Менделеева блестяще оправдалось.

Вся история открытия и изучения галлия и его соединений, освещавшаяся в научной литературе того времени, привлекла к себе внимание широких кругов химиков. Когда в 1877—1878 гг. выяснилось, что предсказания Менделеева были почти полностью подтверждены опытным путем, его статьи по периодическому закону, ранее не замечавшиеся учеными, вызвали огромный интерес химиков всех стран. Спрос на работу Менделеева, опубликованную в «Анналах» Либиха, оказался настолько большим, что потребовался ее перевод на английский и французский языки. Английский перевод статьи появился в 1879 г. в журнале «The Chemical News». Французский перевод вышел в «Интернациональной научной библиотеке»<sup>22</sup>.

Д. И. Менделеев расценивал открытие галлия как «укрепление» периодического закона, а Лекок-де-Буабодрана, вместе с несколькими другими учеными, он называл «укрепителями» периодического закона.

Через несколько лет после открытия галлия еще дважды блестящим образом были подтверждены смелые предсказания Д. И. Менделеева.

В 1871 г. Менделеев описал физические и химические свойства гипотетического элемента III группы периодической системы, который он называл экабором. После открытия галлия и блестящего подтверждения предсказанных свойств этого элемента многие ученые занялись поисками новых элементов в малоизвестных и вновь открываемых минералах.

К числу таких ученых принадлежал швед Ларс Фредрик Нильсон, состоявший с 1878 по 1883 г. профессором аналитической химии в Упсальском университете (Швеция). Работая в лаборатории знаменитого Берцелиуса, Нильсон прекрасно усвоил основную черту аналитических работ Берцелиуса — высокую тщательность анализов.

Вначале Нильсон был занят изучением химических соединений селена, а в конце 1878 г. заинтересовался минералом евксинитом, содержащим редкие

<sup>21</sup> См. Л. А. Чугаев. Периодическая система химических элементов. СПб., 1913, стр. 245 (многочисленные опечатки исправлены мною. — Авт.)

<sup>22</sup> «Bibliothèque scientifique internationale», XVII, chap. VI., стр. 108; «The Chemical News», 1879—1880, Vol. XL et XLI, NN 1042—1060.

земли. Работая совместно с Отто Петтерсоном, Нильсон поставил перед собой задачу выделить из эвксинита соединения редкоземельных элементов в чистом состоянии, точно определить их физико-химические константы и тем самым уточнить положение соответствующих элементов в периодической системе Д. И. Менделеева.

В начале 1879 г. Нильсону удалось выделить из эвксинита и гадолинита 63 г эрбиевой земли. Как оказалось в дальнейшем, это была нечистая окись эрбия (в ней содержались окислы и других редкоземельных элементов). Переведя окись в нитрат, Нильсон подверг его затем нагреванию и получил при этом некоторое количество чистой окиси иттербия и какую-то неизвестную ему «землю», которая, по его мнению, также была окисью редкоземельного элемента.

При подробном и тщательном исследовании этой неизвестной земли в марте 1879 г. он обнаружил в ней новый элемент, свойства которого хорошо совпадали со свойствами описанного Д. И. Менделеевым в 1871 г. экабора. Нильсон назвал этот элемент скандием, в честь Скандинавии. Новый элемент нашел свое место в периодической системе в III группе, между кальцием и титаном, как это и было в свое время указано Менделеевым.

Совпадение характеристик экабора, определенных Менделеевым на основании периодического закона и найденных опытным путем для скандия, оказалось почти полным. Приведем сравнительные данные:

Предсказано Д. И. Менделеевым в 1871 г.: Найдено Нильсоном в 1879 и 1880 гг.:  
Экабор — Eb.  
Атомный вес — 44.

Должен давать одну окись состава  $Eb_2O_3$  с удельным весом 3,5 с более основными свойствами, чем окись алюминия, и менее основную, чем окись иттрия или магния. Нерастворима в щелочах. Едва ли вероятно, что она может разлагаться хлористым аммонием.

Соли — бесцветны и дают желатинообразные осадки с окисью калия и карбонатом натрия. Соли не кристаллизуются хорошо.

Карбонат нерастворим в воде и, возможно, осаждается как основная соль.

Не образует, вероятно, квасцов.

Экабор будет, вероятно, открыт спектральным путем.

Указывая в свой статье на совпадение предсказаний Д. И. Менделеева с экспериментальными данными, Нильсон приходит к заключению, что: «Следовательно не остается никакого сомнения, что в скандии открыт экабор... Так подтверждаются самым наглядным образом мысли русского химика, позволившие не только предвидеть существование найденного простого тела, но и наперед дать его важнейшие свойства»<sup>23</sup>.

Уже после открытия галлия стало совершенно очевидным, что периодический закон, как путеводная звезда, указывает, в каком направлении следует вести поиски новых, не известных еще химических элементов. Открытие скандия было новым укреплением периодического закона, ставшего с тех пор фундаментальным положением химии и физики.

Через несколько лет после открытия скандия периодический закон вновь пережил подлинный триумф. В третий раз с особенным блеском подтвердил

<sup>23</sup> N i l s o n . «Compt. rend.», 1879, 88, стр. 645; Ber. Deutsch. chem. Ges., 1879, 12, стр. 554; M. E. Weeks. Ук. соч., стр. 315; Б. Н. М е и ш у т к и н . Химия и пути ее развития. М.—Л., 1937, стр. 239.

лось научное предвидение Д. И. Менделеева и было продемонстрировано исключительное значение одного из величайших научных обобщений XIX столетия.

В своих предсказаниях свойств еще не открытых элементов Менделеев особо подчеркивал вероятную возможность и существенную важность открытия не известного в то время элемента IV группы периодической системы, которому он дал название экасилиций. В статье «Естественная система элементов и ее применение к указанию свойств некоторых элементов» Менделеев писал: «... Мне кажется, наиболее интересным из недостающих металлов будет тот, который припадлежит к IV группе аналог углерода, а именно к 3 ряду. Это будет металл, следующий тотчас за кремнием, и потому назовем его экасилием»<sup>24</sup>. В дальнейшем, в своей заметке, посвященной открытию галлия, Менделеев считал особенно важным еще раз отметить: «Нужно надеяться, что открытие экасилия  $Es = 72 / Es_2O_3$ , предполагаемые свойства которого описаны в журнале Либиха (Supplement, VIII, 171), будет скоро осуществлено. Его нужно искать прежде всего вместе с мышьяком и титаном»<sup>25</sup>.

Однако экасилий был открыт «в последнюю очередь», лишь в 1886 г., через 11 лет после того, как Менделеевым были написаны эти строки и через 15 лет после предсказания им свойств этого элемента.

История открытия экасилия — германия такова<sup>26</sup>.

В конце 1885 г. в Германии, вблизи Фрейберга, в районе горы Химмельсфюрст, на серебряном руднике был обнаружен новый минерал. Открывший этот минерал профессор минералогии Фрейбергской горной академии А. Вейсбах дал ему название — аргиродит. Качественный анализ этого минерала был выполнен химиком Г. Т. Рихтером, в свое время открывшим индий. Рихтер нашел, что новый минерал содержит серебро, серу и следы ртути. После этого А. Вейсбах обратился к известному химику-аналитику К. А. Винклеру с просьбой произвести количественный анализ аргиродита и определить его химический состав.

Винклер взялся за выполнение этого анализа и вскоре получил неожиданный и странный результат. Оказалось, что суммарное процентное содержание элементов, входящих в состав аргиродита и определенных при тщательно выполненнем анализе, равно лишь 93%, а не 100%, как это следовало бы, если бы анализ учитывал все составные части минерала. Очевидно, какой-то элемент, содержащийся в минерале в значительном количестве, был упущен при анализе. Тщательно выполненные восемь повторных анализов дали совпадающие результаты<sup>27</sup>. Предположив, что он имеет дело с неоткрытым еще элементом, принадлежащим к аналитической группе мышьяка, сурьмы и олова, Винклер энергично принял за поиски неуловимого компонента аргиродита.

Понадобилось более месяца, чтобы, наконец, обнаружить следы нового элемента в аргиродите. Оказалось, что его соединение содержится в осадке серы и что необходимо весьма скрупулезно дозировать добавку кислоты после осаждения сульфидов мышьяка и сурьмы. 6 февраля 1886 г. Винклер уже имел в своем распоряжении соединения нового элемента и мог дать первоначальное описание их свойств.

Уже через две недели после этого вышло из печати первое сообщение об открытии нового элемента. 26 февраля 1886 г. Винклер обратился со следующим письмом к Д. И. Менделееву.

<sup>24</sup> Д. И. М е и д е е в . Избр. соч., т. II, 1934, стр. 158.

<sup>25</sup> Там же, стр. 256.

<sup>26</sup> M. E. Weeks. Ук. соч., стр. 319; Б. Н. М е и ш у т к и н . Ук. соч., стр. 240—241; Д. И. М е и д е е в . Периодический закон. Под ред. и со статьей «О современном положении периодического закона» Б. Н. М е и ш у т к и н , М.—Л., 1925, стр. 179—181.

<sup>27</sup> C. W i n k l e r . Ber. Deutsch. chem. Ges., 1886, 19, стр. 210.

«Милостивый государь,  
Разрешите мне при сем передать Вам оттиск сообщения, из которого следует, что мною обнаружен новый элемент «германий».

Сначала я был того мнения, что этот элемент заполняет пробел между сурьмой и висмутом в Вашей, замечательно проинновенно построенной периодической системе и что этот элемент совпадает с Вашей экасурьмой, но все указывает на то, что мы имеем дело с экасилицием.

Я надеюсь вскоре сообщить Вам более подробно об этом интересном веществе; сегодня я ограничиваюсь лишь тем, что уведомляю Вас о весьма вероятном новом триумфе Вашего гениального исследования и свидетельствую Вам свое почтение и глубокое уважение.

Преданный Клеменс Винклер.

Фрейберг. Саксония 26 февраля 1886<sup>28</sup>.

В тот же день, когда было написано это письмо, Менделеев, узпав из журнала об открытии германия, в свою очередь направил письмо Винклеру<sup>29</sup>. В нем содержалось указание на аналогию германия с предсказанным Менделеевым экаадмием. Таким образом, письма Винклера и Менделеева друг к другу разошлись. Но, кроме письма, Менделеев отправил Винклеру телеграмму, в которой поздравлял его с открытием.

Весьма интересно, что к Винклеру одновременно обратились с письмами, подобными письму Менделеева, и другие учёные — В. фон-Рихтер из Бреславля (25 февраля 1886 г.) и Лотар Майер из Тюбингена (17 февраля 1886 г.). Таким образом, Винклер сразу получил мнение трех видных химиков о свойствах нового открытого элемента. Тщательное изучение свойств нового элемента и его соединений вскоре привело к несомненному выводу, что он является действительно экасилицием Менделеева.

В связи с этим, как известует из дальнейших писем Винклера к Д. И. Менделееву (от 5 марта 1886 г. и от 1 июня 1887 г.)<sup>30</sup>, Винклер очень беспокоился, согласится ли Д. И. Менделеев с предложенным им названием нового элемента и не будет ли настаивать на своем названии — экасилиций.

Приведем некоторые выписки из писем К. А. Винклера к Д. И. Менделееву:

«Ваше милостивое письмо от 26 февраля разошлось с моим почтительным письмом от того же дня; что последнее дошло до Вас об этом свидетельствует Ваша любезная, очень обрадовавшая меня телеграмма, за которую приношу Вам свою низкайшую благодарность. ... Я забыл Вам сказать, что предположение о том, что это (новый элемент. — Н. Ф.) есть предсказанный Вами экасилиций, высказано не мною, а В. фон-Рихтером в Бреславле и он об этом сообщит в Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft. В письме ко мне, почти одновременно с ним, это же предположение высказал и Лотар Майер в Тюбингене.

Первое мое сообщение о германии содержало столь недостаточные данные, что более или менее правильный вывод о том, какое место занимает элемент, едва ли было возможно сделать, и поэтому понятно, если Вам, милостивый государь, он напомнил экаадмий. До сих пор мне еще не удалось установить атомный вес и удельный вес нового вещества и потому вопрос о том, какое место занимает оно в периодической системе, должен оставаться открытым до тех пор, пока это не будет точно установлено.

<sup>28</sup> Т. В. Волкова. Укропители периодического закона. «Успехи химии», 1944, т. XIII, вып. 4, стр. 322.

<sup>29</sup> Там же, стр. 326. Чертежи письма Д. И. Менделеева к Винклеру.

<sup>30</sup> Там же, стр. 322—323.

... Я сейчас же после открытия германия купил немного аргиродита и имею счастливую возможность прислать Вам несколько граммов этого минерала...

... При обработке аргиродита благоволите поступать следующим образом: минерал в порошке плавят продолжительное время с двойным или тройным количеством смеси из равных частей серы и углекислого натрия до красного каления в закрытом тигле и плав выщелачивают водой. К этому раствору, содержащему сульфиды германия, мышьяка и сурьмы, прибавляют по каплям солянную кислоту, пока не образуется заметный осадок и зона отдельная проба жидкости при прибавлении еще одной капли соляной кислоты не даст чисто белого осадка. После этого жидкость фильтруют, фильтрат сильно подкислиают соляной кислотой, причем выпадает большое количество белого сульфида германия; осаждение доводят до конца, пропуская сероводород» (письмо от 5 марта 1886).

«Вы, по всей вероятности, не представляете себе ту исключительную радость, которую Вы мне доставили Вашим любезным благожелательным письмом от 21 апреля. Содержание его и то, что Вы согласны с наименованием германия, очень меня успокоило, так как меня бы угнетало Ваше несогласие с выбором названия» (письмо от 1 июня 1887 г.).

«Мне еще остается надежда приветствовать Вас, милостивый государь, на съезде немецких естествоиспытателей в Висбадене 18—24 сентября, и осуществление этой надежды было бы большой радостью как для меня, так и для всех немецких химиков. По случаю этого съезда я думаю в своем докладе о германии снова упомянуть, как великолепно осуществились на открытии и исследовании этого элемента Ваше замечательные предсказания. Может быть, Вы разрешите в этом собрании учёных привести Ваше, сообщенное мне 21 апреля этого года мнение о названии германия. Сознательно я никому не сообщал содержание Вашего письма, пока Вы меня на это не уполномочили, и я того мнения, что так как французские журналы прекратили меня преследовать, то публиковать его и не стоит. Но устный пересказ Вашего беспристрастного мнения, Ваших благородных высказываний был бы для меня очень желательным» (письмо от 4 августа 1887 г.)<sup>31</sup>.

Еще раньше в своей статье<sup>32</sup>, посвященной подробному описанию свойств германия, Винклер писал: «Вряд ли может существовать более яркое доказательство справедливости учения о периодичности элементов, чем опровержение до сих пор предположительного экасилиция; оно составляет, конечно, более чем простое подтверждение смелой теории; оно знаменует собою выдающееся расширение химического поля зрения, гигантский шаг в области познания».

Действительно, сопоставление предсказанных Д. И. Менделеевым свойств экасилиция со свойствами германия показывает поразительное совпадение<sup>33</sup>:

Предсказано Д. И. Менделеевым

в 1871 г.:

Экасилиций — Es

Атомный вес — 72

Удельный вес — 5,5

В действительности найдено

К. Винклером в 1886—1887 гг.:

Германий — Ge.

Атомный вес — 72,32<sup>34</sup>.

Удельный вес — 5,47.

<sup>31</sup> Выписки из писем Винклера даны по публикации Т. В. Волковой. См. ее ук. соч.

<sup>32</sup> J. f. prast. Chem., 1886, 142, стр. 177; 1887, 144, стр. 177. Цит. по кн. Б. Н. Меншушкина «Химия и пути ее развития», 1937, стр. 241.

<sup>33</sup> Л. А. Чугаев. Периодическая система химических элементов. СПб., 1913, стр. 246; Б. В. Некрасов. Курс общей химии. Изд. 9. Госхимиздат, 1952, стр. 209.

<sup>34</sup> В настоящее время атомный вес Ge приравнивается равным 72,6.

Атомный объем — 13  
Валентность — 4  
Удельный вес двуокиси экасилиция — 4,7  
Температура кипения  $\text{EsO}_2$  ниже  $100^\circ$   
Удельный вес  $\text{EsO}_2$  — 1,9  
Металлоорганическое соединение —  
 $\text{Es}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$   
Его температура кипения —  $160^\circ$   
Удельный вес  $\text{Es}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  — 0,96

Атомный объем — 13,22.  
Валентность германия — 4.  
Удельный вес двуокиси германия 4,703.  
Температура кипения  $\text{GeO}_2$   $86^\circ$ .  
Удельный вес  $\text{GeO}_2$  — 1,887.  
Металлоорганическое соединение —  
 $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$ .  
Температура кипения  $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  —  $160^\circ$ .  
 $\text{Ge}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$  — немного легче воды.

Такое блестящее совпадение поразило ученых того времени, и сам К. Винклер в одном из своих докладов в Немецком химическом обществе сравнивал предсказание Менделеева с предсказаниями Адамса и Леверье о существовании планеты Нептун, сделанных только на основании расчетов<sup>35</sup>. Как известно, это же сравнение «научного подвига» Менделеева с предсказанием существования планеты Нептун приводится и у Ф. Энгельса<sup>36</sup>, а также в одной из речей К. А. Тимирязева<sup>37</sup>.

Троекратное и полное экспериментальное подтверждение предсказаний Д. И. Менделеевым свойств еще не открытых элементов оказалось огромное и многостороннее влияние на весь дальнейший процесс развития науки. Оно явилось прежде всего, по выражению Менделеева, укреплением периодического закона, получившего с тех пор всеобщее признание. С 80-х годов прошлого столетия периодический закон стал прочной базой разнообразных исследований химиков и физиков.

С этого времени на основе периодического закона началось систематическое изучение соединений всех известных элементов, поиски новых типов соединений. Появилось немало обобщений, устанавливавших взаимные переходы свойств соединений от одного элемента к другому.

Периодический закон оказался важнейшим руководящим принципом для ученых, занятых поисками новых, еще не известных элементов, существование которых благодаря периодической системе стало вполне очевидно. Если ранее ученые, исследовавшие минералы, работали в сущности «вслепую», не зная, где искать новые элементы и каковы должны быть их свойства, то теперь на основе периодического закона открытие новых элементов оказалось возможным осуществить «по плану». Периодический закон позволил точно определить число не открытых еще элементов с атомным весом в пределах от 1 до 238 — от водорода до урана. В среде ученых укрепилось сознание могущества науки, значения широких теоретических обобщений. Открытие предсказанных Менделеевым галлия, скандия и германия продемонстрировало торжество предвидения, базирующегося на прочной научной основе. Д. И. Менделеев не был пророком. Не интуиция Менделеева явилась поводом для описания свойств еще не известных науке элементов. Выступить со смелыми предсказаниями заставила его непоколебимая уверенность в справедливости открытого им закона природы. Менделеев страстно желал, чтобы открытый им закон быстрее стал основой и достоянием науки, руководством для дальнейших смелых попыток человека проникнуть в тайны строения вещества: «Законы природы исключений не терпят», — говорил Менделеев и поэтому уверенно описывал то, что являлось прямым и очевидным следствием из открытого им закона.

Триумф периодического закона был триумфом и самого Д. И. Менделеева как ученого. В 80-х годах он, и ранее хорошо известный своими работами

<sup>35</sup> O. Winkl. Clements Winkler. Bugge. Das Buch der großen Chemiker, Bd. II, str. 344.

<sup>36</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы, 1941, стр. 45.

<sup>37</sup> К. А. Тимирязев. Насущные задачи естествознания. Изд. 4. М. — Пг., 1923, стр. 57.

среди ученых Западной Европы, приобрел мировую известность. Многие виднейшие представители науки оказывали ему всевозможные знаки уважения, восхищались его «научным подвигом». Менделеев стал членом ряда иностранных академий и ученых обществ. Отношение к нему ученого мира выразил выдающийся английский ученый В. Рамзай в письме от 18 сентября 1905 г., когда писал: ... «Примите, дорогой учитель, уверения в моем глубоком уважении и дань моего восхищения как Вашими трудами, так и Вами самим»<sup>38</sup>.

При жизни Менделеева периодический закон еще дважды подвергся серьезным испытаниям. В 90-х годах Рэлей и Рамзай открыли инертные газы. Это открытие не было полной неожиданностью для Менделеева, который предполагал существование элементов в соответствующих местах периодической системы. Однако свойства вновь открытых газов, в частности нулевая валентность их атомов, вызвали затруднение в размещении этих элементов в периодической системе. Казалось, что для них невозможно найти подходящих мест; Менделеев сомневался поэтому в элементарной природе вновь открытых газов и не сразу согласился с пополнением периодической системы нулевой группой. Однако скоро стало ясным, что периодический закон с честью выдержал испытание, и естественная система Д. И. Менделеева после внесения в нее нулевой группы приобрела еще более стройный и законченный вид.

Второе испытание периодический закон пережил в самом начале текущего столетия в связи с открытием радиоактивности и радиоактивных элементов. Свойства новых элементов настолько отличались от свойств известных ранее элементов, что вновь возникло сомнение, находятся ли они в полном соответствии с периодическим законом. Однако и это сомнение было полностью устранено, периодический закон приобрел еще большее значение в науке.

Открытие периодического закона Д. И. Менделеевым и блестящее оправдание предсказанных им свойств не открытых еще элементов — одна из самых ярких страниц истории науки. Это открытие подняло русскую науку на небывалую высоту. Со временем Д. И. Менделеева химия в нашей стране выдвинулась на самые передовые позиции научного исследования.

<sup>38</sup> См. публ. Т. В. Волковой. «Природа», 1946, в. 5, стр. 81.

А. В. СТОРОНКИН, Р. Б. ДОБРОТИН

## ОБ ОСНОВНОМ СОДЕРЖАНИИ УЧЕНИЯ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА О РАСТВОРАХ

Работы Д. И. Менделеева в области растворов неоднократно являлись предметом подробного анализа<sup>1</sup>. Однако до сих пор некоторые важные положения учения Д. И. Менделеева о растворах остаются недостаточно, а иногда и не совсем правильно освещенными в литературе. В настоящей статье сделана попытка изложить наиболее существенные и вместе с тем недостаточно изученные стороны менделеевского учения о растворах.

Основное содержание учения Д. И. Менделеева о растворах пришлось видеть в признании химического взаимодействия растворенных веществ. Между тем это далеко не исчерпывает основного содержания менделеевского учения о растворах. Несомненно, что наряду с признанием «химизма растворов» основу учения Д. И. Менделеева о растворах составляют «динамический взгляд» на природу растворов и идея о неразрывности химической и физической сторон растворов, нашедшая свое отражение, в частности, в менделеевском толковании «особых точек» диаграмм состав—свойство.

### О «ХИМИЗМЕ РАСТВОРОВ»

Начало работ Д. И. Менделеева в области растворов совпадает с тем периодом, когда наиболее распространенным было представление о существовании принципиального различия между причинами растворения и образования химических соединений.

Многие выдающиеся химики того времени рассматривали растворы как нехимические смеси. Однако существовала и другая точка зрения, в основе которой лежало предположение о родственности процессов растворения и химических процессов.

Д. И. Менделеев уже в первых работах и лекциях, посвященных растворам, указывает на отсутствие грани между растворами и химическими соединениями. В лекциях 1864 г.<sup>2</sup> он говорил: «... Весьма многие химики думают,

что растворы происходят вследствие силы, стоящей посередине между химическим и механическим притяжением, следовательно, все-таки кладут определенную границу между тем, что они называют истинно химическим соединением и раствором. Эта граница — незаконная...» Менделеев считал, что силы, действующие при растворении вещества, имеют химическую природу и что в растворах возможно образование множества химических соединений. «Сам я, — писал ученый, — из всей совокупности сведений о растворах извлек то убеждение, что связь растворителя и растворенного тела вполне химической природы, но так как в химических связях есть степени напряжению силы, действующей между связываемыми частями, то и в растворах действующая сила, связь производящая, бывает различного напряжения»<sup>3</sup>.

Развивая эту мысль в своих дальнейших работах, Д. И. Менделеев особое значение придавал кристаллогидратам, которые, как он полагал, «должны служить исходной точкой для согласования понятия о растворах и определенных химических соединениях»<sup>4</sup>. Он считал, что растворение — явление того же рода, что и соединение с кристаллизацией водой. Поэтому в ряде работ Менделеев исследует природу кристаллогидратов и их ближайших аналогов — кристаллоаммиакатов<sup>5</sup>. Он приходит к выводу о единстве химической природы соединений образующихся в растворах кристаллогидратов и типичных химических соединений. В связи с этим ученый стремился согласовать формулы кристаллогидратов с периодическим законом<sup>6</sup>.

Сторонники разграничения сил растворения и химических сил видели в различии этих сил объяснение особенностей так называемых неопределенных соединений. Другого взгляда придерживался Д. И. Менделеев. Отрицая существование грани между силами растворения и химическими силами, он тем самым по-новомуставил вопрос о так называемых неопределенных соединениях и о согласовании понятия о природе этих соединений с атомно-молекулярными представлениями.

«Происходят растворы легко, — говорил Менделеев, — встречаются на каждом шагу, а между тем не подчиняются основным требованиям атомического состава, который характеризует определенные химические соединения и где понятно, как из двух тел образуется новая частица с новыми свойствами и новыми отношениями. Здесь надо что-нибудь одно: или изменить атомическое представление, или так или иначе уразуметь причину возможности существования неопределенных химических соединений рядом с определенными химическими соединениями»<sup>7</sup>. Ученый считал, что этот вопрос может быть решен на основе молекулярно-кинетических представлений.

### О «ДИНАМИЧЕСКОМ ВЗГЛЯДЕ» НА РАСТВОРЫ

Развивая «динамический взгляд» на природу растворов, Д. И. Менделеев исходил из убеждения, что в природе нет покоя. Он писал: «... По моему разумению, все то, что мы можем в этом отношении понимать в настоящее время, заставляет нас думать, что в природе никакого покоя нет, а только возможно равновесие динамическое, а неподвижное расположение одного возле другого

<sup>1</sup> Н. А. Морозов. ЖРФХО, 1907, т. 39, стр. 134—143; П. И. Вальдец. Труды Первого менделеевского съезда. 1909, стр. 58—106; С. В. Горбачев. Сб. «Д. И. Менделеев — великий русский химик». 1949, стр. 108—131; А. Ф. Капустин. В. К. Семенченко. БСЭ, т. 27, стр. 141—142; Ю. И. Соловьев. Очерки по истории физико-химического анализа. М., 1955. А. В. Сторонкин, Р. Б. Добротин. «Вестник ЛГУ», 1955, № 2, стр. 157—171.

<sup>2</sup> Д. И. Менделеев. Лекции по теоретической химии. Литогр. курс. СПб., 1864, стр. 16.

<sup>3</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу. 1887. Собр. соч., Л., 1934, т. 3, стр. 20.

<sup>4</sup> Д. И. Менделеев. О криогидрате поваренной соли (протокол сообщения 6 марта 1875 г.). Собр. соч., 1949, т. 15, стр. 325.

<sup>5</sup> Д. И. Менделеев. Об аммиачно-металлических соединениях (протокол сообщения 5 марта 1870 г.). Собр. соч., 1934, т. 2, стр. 52.

<sup>6</sup> Д. И. Менделеев. Научный архив, т. 1, М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 283—306.

<sup>7</sup> Д. И. Менделеев. Лекции по теоретической химии, читанные на высших женских курсах. 1886—1887. Собр. соч., т. 15, 1949, стр. 500.

есть искусственное, к делу не идущее предположение<sup>8</sup>. «Движение везде и все проникает»<sup>9</sup>.

Природа растворов, по мнению Менделеева, «не может быть понятою с теми статическими представлениями, какие еще господствуют в химии...»<sup>10</sup>.

Д. И. Менделеев был не единственным в то время исследователем, считавшим необходимым распространение молекулярио-кинетических представлений на растворы. Попытки, основанные на аналогии процессов испарения и растворения, приложить кинетическую теорию материи к растворам были сделаны почти сразу после работ Клаузиуса. Кинетический подход к объяснению природы растворов стал в то же время, по выражению Д. И. Менделеева, ходячим. В разной форме такой подход имеется в работах Доссиоса, Пфаундлера и других. Такой подход нашел количественное отражение в трудах Вант-Гоффа.

Д. И. Менделеев придавал существенное значение аналогии в состоянии растворенного вещества и газа. «Здесь, — говорил он о растворах, — необходима динамическая гипотеза, подобная прилагаемой для газов, ибо растворенное тело так же рассеяно в растворителях, как газ в пространстве»<sup>11</sup>. В связи с этой особенностью состояния растворенного вещества Менделеев видел возможность установления зависимости между свойствами растворов и молекулярными весами растворенных веществ, «Если для паров, в силу разъединенности частиц, — писал он, — замечаются простые отношения свойств к весу частицы, то можно надеяться, что и для растворов, особенно для сильно разжиженных, будет существовать подобная же простота отношений»<sup>12</sup>. Исходя из этих представлений, Д. И. Менделеев установил простую связь между плотностью разбавленных растворов и молекулярными весами растворенных солей: «...плотность постепенно возрастает вместе с частичным весом»<sup>13</sup>. Ученый предпринял попытку определить по удельным весам растворов солей атомные весы некоторых малоизученных элементов. С этой целью по его предложению Б. Браунер исследовал растворы солей редкоземельных элементов<sup>14</sup>, а В. Я. Бурдаков — растворы хлористого бериллия<sup>15</sup>.

Однако, ввиду экспериментальных трудностей, этот метод определения молекулярного веса использовался немногими<sup>16</sup>.

Придавая существенное значение аналогии между состояниями растворенного вещества и газа, Д. И. Менделеев в отличие от многих последователей Вант-Гоффа<sup>17</sup> ясно видел ограниченность этой аналогии и невозможность ее распространения на концентрированные растворы. «При преобладающей массе воды, — писал Менделеев, — число ее единиц, остающихся в соединении или неразлучно движущихся вместе с частицами соли, без всякого сомнения мало, и дело сводится в разбавленном растворе на прямое влияние частичного веса растворенных солей на массу частиц воды, точно так, как при смешении недеятельного газа с частицами посторонних газов. Когда же

<sup>8</sup> Д. И. Менделеев. Лекции по теоретической химии, читанные на высших женских курсах. 1886—1887. Собр. соч., т. 15, 1949, стр. 569.

<sup>9</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, 1887. Собр. соч., т. 3, 1934, стр. 362.

<sup>10</sup> Там же, стр. 89.

<sup>11</sup> Там же.

<sup>12</sup> Д. И. Менделеев. Об отношении плотности соляных растворов к частичным весам растворенных солей (сообщение 2 февраля 1884 г.). Собр. соч., т. 4, 1937, стр. 275.

<sup>13</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 377.

<sup>14</sup> Б. Ф. Браунер. ЖРФХО, 1888, т. 20, стр. 180—181.

<sup>15</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 343.

<sup>16</sup> Я. И. Михайленко. Университетские известия. Киев, 39, 1899, № 11, стр. 1—20.

<sup>17</sup> Сам Вант-Гофф никогда не считал свою теорию растворов универсальной и указывал на ее ограниченность.

концентрация увеличивается, два новые влияния действуют вместе с вышеуказанным: химическое отношение соли к воде и взаимное притяжение частиц соли, а потому простота газов теряется, выступают определенные соединения и влияние плотности растворенного тела»<sup>18</sup>. Д. И. Менделеев был против механического взгляда на растворы, который особенно резко проявился в теориях, исходивших из предположения аддитивности свойств растворов (Гросганс, Мишель и Крафт, Герич и др.). По поводу такого рода теорий он писал: «В первом грубом приближении можно на растворы смотреть как на механические агрегаты и искать тогда общего закона их образования, но подробное изучение предмета заставляет искать в них химических взаимодействий»<sup>19</sup>.

Д. И. Менделеев считал, что для правильного понимания природы растворов необходимо сочетание химических и молекулярио-кинетических представлений. Уже в лекциях 1873—1874 гг.<sup>20</sup> он высказал мысль о существовании в растворах подвижного химического равновесия. Эта мысль лежит в основе его классического определения растворов: «Раствор... есть определенное соединение с водой в состоянии диссоциации»<sup>21</sup>.

Применив к растворам молекулярио-кинетические представления, Д. И. Менделеев объяснил в общих чертах механизм химического взаимодействия в растворах. Он пишет: «Частицы растворителя, в этот момент находящиеся в соединении, в следующий момент могут сделаться свободными, чтобы опять вступить в согласное движение с частицами растворенного»<sup>22</sup>. Ученый придавал динамической стороне своего учения о растворах исключительное значение: «Мой взгляд на растворы динамический, и я не согласен с господствующим статическим воззрением»<sup>23</sup>. На основе кинетических представлений Менделееву удалось согласовать понятие раствора с атомно-молекулярым учением и законами образования химических соединений. Динамический взгляд на растворы позволил ему прийти к выводу, что образование соединений в растворах подчинено обычным законам химии определенных соединений и что непрерывность изменения свойств растворов, обусловленная непрерывностью смешения химического равновесия в них, не отрицает закона кратных отношений. Он писал: «Хотя «скакки» или непрерывность характеризуют истиный химизм при образовании определенных соединений, а в растворах этого нет, но в диссоциации определенных соединений также видна непрерывная постепенность, а потому уже лет 30 я провожу свое представление о растворах как определенных соединениях, находящихся в состоянии диссоциации»<sup>24</sup>. До работ Менделеева было распространено убеждение, что растворы и определенные соединения — это своего рода противоположности. Великий ученый показал, что между ними нет границ, что это химические явления одного порядка. Тем самым было достигнуто «единство химических понятий»<sup>25</sup>.

### О «ДВУХ СТОРОНАХ РАСТВОРЕНИЯ»

Д. И. Менделеев считал, что физическая и химическая стороны различных явлений природы неразрывно связаны между собой. Эту идею, лежащую

<sup>18</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 381.

<sup>19</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 5, 1889, стр. 313.

<sup>20</sup> Д. И. Менделеев. Растворы. Курс теоретической химии. 1873—1874. Собр. соч., т. 4, стр. 225—271.

<sup>21</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 3, 1877, стр. 149.

<sup>22</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. XI.

<sup>23</sup> Там же, стр. 20.

<sup>24</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 13 (8), 1947, т. 1, стр. 380.

<sup>25</sup> Там же, стр. 409.

в основе современного физико-химического анализа, он высказывал в той или иной форме в течение всей научной деятельности. Он руководствовался ею при решении самых разнообразных вопросов химии. Рассмотрение предметов исследования с учетом не только их химической, но и физической стороны является наиболее характерной чертой научного творчества Д. И. Менделеева<sup>26</sup>.

По мнению Менделеева, единство физической и химической сторон особенно заметно в растворах. «Образование растворов, — писал он, — может рассматриваться с двух сторон: физической и химической, и в растворах виднее, чем где-либо, насколько эти стороны естествознания сближены между собою»<sup>27</sup>.

Однако систему взглядов Д. И. Менделеева на растворы принято называть химической, или гидратной теорией. В литературе «химическая теория растворов» Менделеева часто противопоставляется физической теории растворов. Нередко утверждается, что Менделеев был противником физической теории и придерживался чисто химической точки зрения на растворы. Все это едва ли соответствует истинному положению вещей.

Прежде всего нельзя согласиться с утверждением, что точка зрения Д. И. Менделеева на растворы была чисто химической. Великий русский ученый занимался исследованием растворов в тот период, когда изучение физической стороны растворения велось интенсивно и с большим успехом. Особенно важные результаты были достигнуты Вант-Гоффом, труды которого Менделеев ценил чрезвычайно высоко. Химическая же сторона растворения в то время изучалась недостаточно и оставалась малопонятной. Поэтому Менделеев направил свои усилия главным образом на изучение химической стороны растворов. «Химизм растворов, диссоциационные в них явления и их отношение к определенным соединениям с водой, — писал он, — всегда казались мне теми сторонами предмета, которые обыкновенно упускаются из вида, а между тем дают путь к пониманию растворов»<sup>28</sup>. Однако Менделеев был убежден, что природа растворов не может быть понята только с одной точки зрения — физической или химической. Он считал, что теория растворов должна учитывать обе стороны процесса растворения как физическую, так и химическую. «Две указанные стороны растворения и гипотезы, до сих пор предложенные к рассмотрению растворов, — хотя имеют отчасти различные исходные точки, но без всякого сомнения со временем... приведут к общей теории растворов... Разрабатывая преимущественно химическую сторону растворов, со своей стороны, я считаю необходимым согласовать обе стороны дела...»<sup>29</sup>.

Таким образом, Д. И. Менделеев исследовал преимущественно химическую сторону растворения. Однако он интересовался и чисто физическими вопросами учения о растворах (аналогией между состоянием растворенного вещества и газа, диффузией в растворах и т.д.). Следует отметить, что Менделеев пытался оценить величину механической составляющей сжатия при растворении. Предположив, что в грубом приближении молекулы можно рассматривать как шары разных размеров, он сделал попытку рассчитать сжатие, наблюдаемое при сжатии шаров разных диаметров.

Несколько годами позднее астроном А. И. Клейбер<sup>30</sup> решил задачу о сжатии, сформулированную Д. И. Менделеевым, для одного простейшего случая.

<sup>26</sup> Ю. И. Соловьев. Очерки по истории физико-химического анализа. М., 1955, стр. 51—61.

<sup>27</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 13 (8), 1947, т. 1, стр. 383.

<sup>28</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. XV.

<sup>29</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 13 (8), 1947, т. 1, стр. 385.  
<sup>30</sup> А. И. Клейбер. Сжатие при распределении кругов различных диаметров в рядах. «Вестник физики и элементарной математики», 1891.

Итак, при анализе и оценке научной деятельности Д. И. Менделеева в области растворов не следует смешивать два вопроса — вопрос о направленности работ Д. И. Менделеева и вопрос о его общих взглядах на природу растворов. Как было указано ранее, Менделеев исследовал преимущественно «химизм растворов». Однако это не значит, что его точка зрения на растворы была чисто химической. Анализ работ Д. И. Менделеева в этой области показывает, что он придерживался физико-химического подхода к растворам. В основе его общих взглядов на природу растворов лежит идея о перекрывости химической и физической сторон растворения. Отсюда следует, что термин «химическая (или гидратная) теория» Д. И. Менделеева является неудовлетворительным, поскольку он односторонне отражает подход Менделеева к растворам. Более того, этот термин неудовлетворителен и в другом отношении<sup>31</sup>. Характерно, что сам ученый никогда не называл свои взгляды на природу растворов теорией. Он говорил о «понимании растворов», о «представлениях о растворах». Свои труды в области растворов он рассматривал как «попытку осветить гипотетическим воззрением всю совокупность данных о растворах»<sup>32</sup>.

Д. И. Менделеев неоднократно писал, что «до теории растворов еще далеко»<sup>33</sup>. Основную трудность в разработке теории растворов он видел «со стороны теории жидкого состояния» вещества<sup>34</sup>. В трудах по растворам Менделеев отметил то, что в той или иной степени, в том или ином виде является общим для всех растворов любой природы. Менделеевское «понимание растворов» — та основа, на которой должна строиться любая частная теория растворов.

Таким образом, Д. И. Менделеев своими трудами заложил основы учения о растворах, и в этом смысле, очевидно, правильнее говорить не о химической теории растворов Д. И. Менделеева, а о его учении о растворах.

## ОБ «ОСОБЫХ ТОЧКАХ» ДИАГРАММ СОСТАВ-СВОЙСТВО

Физико-химический подход Д. И. Менделеева к проблеме растворов нашел свое выражение в его исследованиях зависимости физических свойств от состава, заложивших основы физико-химического анализа. Исходя из идеи о перекрывости физической и химической сторон растворения, ученый полагал, что изучение зависимости свойств растворов от состава позволит сделать выводы о состоянии веществ в растворе. По мысли Менделеева, химическая природа растворов должна находить свое отражение в различных физических свойствах раствора. Еще в 1861 г. он писал: «Удельный вес тел, отношение их к теплоте, сцепление, коэффициент сжатия (или упругости), подвижность жидкостей, кристаллическая форма, световые отношения и многие другие свойства тел должны находиться в более или менее прямом взаимном отношении и зависеть от веса частиц и состава их»<sup>35</sup>. В связи с этим Менделеев указывал на существование связи между формой кривых, изображающих зависимость свойств растворов от их состава, и химическим состоянием веществ в растворах. «Такие линии, — говорил он в лекциях 1873 г., — представляют много изгибов и выдающихся точек. Так как в этом случае нет возможности познать зависимость во всей полноте, то весь вопрос

<sup>31</sup> А. В. Сторонкин, Р. Б. Добротин. «Вестник ЛГУ», 1955, № 2, стр. 157—171.

<sup>32</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. XIX.

<sup>33</sup> Там же, стр. IX.

<sup>34</sup> Там же, стр. XI.

<sup>35</sup> Д. И. Менделеев. Органическая химия. 1861. Собр. соч., т. 8, стр. 146.

сводится на изучение отношения между составом и свойствами смеси, отвечающей выдающимся точкам кривой<sup>36</sup>.

Д. И. Менделеев отмечал, что исследование растворов сопряжено с большими трудностями. Эти трудности он видел в том, что «могут быть случаи образования в среде растворов таких частиц, которые к самостоятельному существованию вовсе не способны»<sup>37</sup>, и что химическое равновесие в растворах непрерывно смещается под воздействием разных факторов. «Великая трудность изучения природы растворов,— писал он,— определяется... именно тем, что при изменении последовательно температуры и весового отношения А и В должны последовательно изменяться отношения между количествами свободных А и В и соединенных в АВ или А<sup>n</sup> В<sup>m</sup>»<sup>38</sup>. Исходя из этих соображений, Менделеев пришел к выводу, что исследование растворов требует нового метода, основанного на изучении зависимости разных свойств растворов от их состава. В качестве изучаемого свойства он избрал удельный вес раствора, как свойство, наиболее доступное в то время точному определению.

Еще задолго до работ Д. И. Менделеева высказывалось предположение, что существование различных замечательных точек (экстремумов, перегибов) на кривых свойств растворов связано с образованием химических соединений. Интерес к такого рода точкам кривых состав—свойство проявился у Д. И. Менделеева уже в его первых исследованиях. Как известно, его докторская диссертация<sup>39</sup> была посвящена решению вопроса, отвечает ли максимум сжатия пайному отношению компонентов раствора. Анализируя форму кривой удельного веса серной кислоты, Менделеев открыл новый тип замечательных точек — «особых точек», отвечающих определенным соединениям. Д. И. Менделеев указывал, что открытые им «особые точки» выступают «с ясностью лишь тогда, когда происходит наиболее индивидуализированное, в химическом смысле, соединение»<sup>40</sup>, и что положение этих точек на кривых состав — свойство не зависит от температуры. Причину появления «особых точек» Д. И. Менделеев объясняет следующим образом: «Если же частицы, раствор дающие, например SO<sub>3</sub> и H<sub>2</sub>O, способны давать много разных соединений, тогда сложность явлений растворения станет совершенно понятной и будет ясно, что направно искать простоты, проходящей через всю шкалу растворения. Между данными пределами свойства раствора могут выражаться весьма простой функцией от процентного содержания, но так как в других пределах будет функция иной, потому что преобладающие внутри раствора процессы и частицы будут иными (разрядка наша. — Авт.), то направно будет искать функцию, выражющую всю сумму наблюдаемого... Растворы разбиты, расчленены определенными соединениями, если среди растворов они находятся»<sup>41</sup>.

Эту мысль Менделеев поясняет на примере процесса перехода от раствора серного ангидрида в серной кислоте (моногидрата) к раствору серной кислоты в воде: «Тогда преимущественно убывало число частиц пирокислоты, прибавляло число частиц моногидрата, а теперь это последнее станет убывать, а прибавлять будет преимущественно число частиц двугидрата,

<sup>36</sup> Д. И. Менделеев. Растворы. Курс теоретической химии. 1873—1874. Собр. соч., т. 1, стр. 253.

<sup>37</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 211.

<sup>38</sup> Там же, стр. 4.

<sup>39</sup> Д. И. Менделеев. Рассуждение о соединении спирта с водою, 1865. Собр. соч., т. 4, стр. 1—152.

<sup>40</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 204.

<sup>41</sup> Там же, стр. 210.

а такая разность повлечет за собою, конечно, иной род изменений в величине производной  $\frac{ds}{dp}$ <sup>42</sup>... Оттого и произойдет разрыв сплошности в изменении этой производной при моногидрате»<sup>43</sup>.

В основе менделеевского понимания «особых точек» лежат следующие положения<sup>44</sup>:

1) «особые точки» являются точками диаграмм состав — свойство, координаты которых равны численным значениям состава и свойства недиссоциирующего определенного соединения, образующегося в растворе;

2) образующиеся в растворах определенные соединения разбивают область составов растворов на интервалы, которым отвечают различные «преобладающие внутри растворов процессы и частицы»;

3) кривые свойств растворов, рассматриваемых как функции состава, расчленяются «особыми точками» на участки, которые отвечают различным «преобладающим внутри растворов процессам и частицам» и, следовательно, различным законам изменения свойств.

Таким образом, Д. И. Менделеев рассматривал «особые точки» как точки, отражающие качественные скачки в природе растворов (в их молекулярном составе и в процессах, протекающих внутри растворов) и поэтому принадлежащие двум различным кривым.

Как уже отмечалось ранее, Д. И. Менделеев подчеркивал, что «особые точки» обнаруживаются резко при образовании «наиболее индивидуализированных» определенных соединений, т. е. прочных определенных соединений. «Такие соединения,— писал он,— при растворах встречаются редко»<sup>45</sup>.

В диссоциации определенных соединений, образующихся в растворах, Менделеев видел причину того, что «особые точки» редко обнаруживаются на кривых свойств жидких растворов. В этом отношении растворы серной кислоты представляют собой «особо драгоценный пример»<sup>46</sup>.

Выходы, которые были сделаны Д. И. Менделеевым в связи с открытием им «особых точек», основывались на величинах удельных весов растворов. Ученый подчеркивал, что эти выводы имеют общий характер и могут быть распространены и на другие свойства. «Нужно, чтобы родилось представление о том,— писал Д. И. Менделеев,— что то, что мы выводим по отношению к плотностям, не есть что-нибудь только к ним относящееся, а есть нечто такое, что отвечает природе всего раствора, т. е. что отвечает всяkim другим свойствам»<sup>47</sup>.

Эта мысль подтвердилась, в частности, на диаграммах плавкости, начало систематического исследования которых было положено в трудах Б. В. Розебома, А. Ле Шателье, Н. С. Куриакова и др. В 1897 г. Ле Шателье<sup>48</sup> указывал, что имеется два вида точек диаграмм плавкости, отвечающих определенным соединениям, — «угловые точки» и «геометрические максимумы». Первый вид точек имеется при образовании в расплаве недиссоциирующего определенного соединения, а второй вид — при образовании в расплаве дис-

<sup>42</sup> Производная удельного веса по составу.— Авт.

<sup>43</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 208.

<sup>44</sup> А. В. Сторонкин, Р. Б. Добротин. «Вестник ЛГУ», 1955, № 2, стр. 157—171.

<sup>45</sup> Д. И. Менделеев. Исследование водных растворов по удельному весу, стр. 204.

<sup>46</sup> Там же.

<sup>47</sup> Д. И. Менделеев. Лекции по теоретической химии, читанные на высших женских курсах, 1886—1887 гг. Собр. соч., т. 15, стр. 534.

<sup>48</sup> А. Ле Шателье. О растворах, 1897. «Пав. Ин-та физ.-хим. анализа», т. 1, 1919, вып. 1, стр. 246.

социирующего соединения. «Угловые точки», являющиеся частным случаем «особых точек» Д. И. Менделеева, Ле Шателье истолковывал в согласии с менделеевским пониманием как точки, принадлежащие двум различным кривым ликвидуса. «Полную кривую плавкости,— писал Ле Шателье,— можно рассматривать как происходящую от сопоставления двух кривых растворимости: одной, относящейся к смеси первого компонента и соединения, а другой — соединения и второго компонента... Существование угловой точки, отвечающей смеси состава, тождественного составу определенного соединения, указывает на отсутствие диссоциации соединения в расплавленной смеси»<sup>49</sup>.

В 1912 г. Н. С. Курнаков и С. Ф. Жемчужный<sup>50</sup> дали толкование «особых точек», отличное от менделеевского. Они пришли к выводу, что «особые точки» принадлежат двум ветвям одной и той же кривой. Анализируя форму кривых вязкости растворов, они писали: «В иррациональном максимуме непрерывная кривая внутреннего трения имеет *одну касательную*, параллельную оси концентраций.

При диаграммах рационального типа через «особенную» максимальную точку проходит *две касательные*, взаимно пересекающиеся под углом. Так как в этом случае система сохраняет свою однородность при всех изменениях состава, то следует считать обе ветви принадлежащими одной и той же кривой и связанными друг с другом непрерывным переходом»<sup>51</sup>. На этом основании Н. С. Курнаков назвал «особые точки» Менделеева сингулярными точками<sup>52</sup>, чтобы подчеркнуть их принадлежность двум ветвям одной и той же кривой.

Как видно из изложенного выше, Д. И. Менделеев считал, что «особые точки» указывают на переход от одного закона изменения свойства раствора к другому в связи с прерывным изменением качественного состава раствора (иные частицы — иные процессы). Ошибочность толкования особых точек, данного Н. С. Курнаковым и С. Ф. Жемчужным и получившего широкое распространение в отечественной научной литературе, заключается в отрицании влияния изменения качественного состава раствора на характер зависимости свойств раствора от состава<sup>53</sup>.

В заключение сформулируем главные положения статьи.

1) Основное содержание учения Д. И. Менделеева о растворах составляют его представления о «химизме растворов», «динамический взгляд» на природу растворов и идея о неразрывности химической и физической сторон растворения.

2) Д. И. Менделеев, разрабатывая преимущественно химическую сторону растворения, отстаивал физико-химический подход к растворам.

3) Согласно Д. И. Менделееву, «особые точки» диаграмм состав—свойство указывают на переход от одного закона изменения свойства раствора к дру-

гому в связи с прерывным изменением качественного состава раствора в результате образования ледиссоциирующего соединения.

4) В своих трудах Д. И. Менделеев заложил основы учения о растворах, которые должны учитываться при разработке различных конкретных теорий растворов.

Термин «химическая (или гидратная) теория растворов» Д. И. Менделеева является неудовлетворительным, поскольку он односторонне характеризует подход Д. И. Менделеева к растворам и неточно отражает отношение менделеевских взглядов на природу растворов к различным частным теориям растворов.

<sup>49</sup> А. Ле Шателье. О растворах, 1897. «Изв. Ин-та физ. хим. анализа», т. 1, 1919, вып. 1, стр. 289.

<sup>50</sup> Н. С. Курнаков; С. Ф. Жемчужный. ЖРФХО, 1912, т. 44, стр. 1964—1991.

<sup>51</sup> Там же.

<sup>52</sup> Отметим, что термины «особая точка» и «сингулярная точка» в математике являются синонимами. Д. И. Менделеев употреблял термин «особая точка» не в математическом смысле.

<sup>53</sup> А. В. Сторонкин. ЖФХ, 1956, 33, стр. 206—216. К этому же выводу пришел Б. А. Никитин в работе «Линия состава соединения в диаграммах состав—свойство», доложенной 13 февраля 1947 г. на годичном собрании Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева и впервые опубликованной в издании: Б. А. Никитин. Избранные труды. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956, стр. 335—344.

В. П. БАРЗАКОВСКИЙ, Р. Б. ДОБРОТИН

## ВЗГЛЯДЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА НА ХИМИЧЕСКУЮ ПРИРОДУ СИЛИКАТОВ

В предисловии к первому изданию «Основ химии» Д. И. Менделеев, приводя обобщения и гипотезы, которые отчасти или вполне принадлежат лично ему, отмечает и «гипотезу о строении кремнеземистых соединений».

Взгляды Д. И. Менделеева на химическую природу силикатов подвергались систематическому изучению. Правда, советские ученые, преимущественно работающие в области химии и технологии стекла, несколько осветили представления Д. И. Менделеева о стекле, коснувшись кратко и его высказываний о силикатах. В этой связи следует указать на работы А. А. Аппена<sup>1</sup>, М. А. Безбородова<sup>2</sup>, Л. Г. Мельниченко<sup>3</sup>, и более ранние работы В. Я. Курбатова<sup>4</sup> и И. Ф. Пономарева<sup>5</sup>.

### 1. РАБОТЫ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА ПО ИЗОМОРФИЗМУ. ИСТОКИ ИДЕЙ О ПРИРОДЕ СИЛИКАТОВ

На возникновение основных идей Д. И. Менделеева о природе силикатов несомненно огромное влияние оказали его исследования явлений изоморфизма.

Применение понятия об изоморфизме к трактовке вопросов минералогии получило широкое развитие задолго до Менделеева, еще со времени работ Митчерлиха. Очень много в этом направлении было сделано Берцелиусом, а также рядом других минералогов и химиков (Бондорфом, Генр. Розе, Норденшельдом и др.). Однако необходимо отметить, что у всех этих авторов приложение понятия об изоморфизме к вопросам минералогии в основном сводилось к чисто формальной трактовке анализов минералов. Только у Менделеева понятие об изоморфизме оказалось решающее влияние на представление о природе силикатов.

Поэтому прежде, чем перейти к рассмотрению взглядов Д. И. Менделеева на природу силикатов, остановимся на более ранних его работах, посвященных изоморфизму.

<sup>1</sup> А. А. Аппен. О химических соединениях в стеклах. «Успехи химии», 1937, т. VI, вып. 5, стр. 686.

<sup>2</sup> М. А. Безбородов. Д. И. Менделеев и его теория строения силикатов. Очерки по истории химии и технологии силикатов в России. Минск, 1950, стр. 143.

<sup>3</sup> Л. Г. Мельниченко. Теоретические воззрения Д. И. Менделеева на строение силикатов и стекла. «Стекло и керамика», 1954, № 4, стр. 4.

<sup>4</sup> В. Я. Курбатов. Д. И. Менделеев и учение о силикатах и стекле. «Керамика и стекло», 1932, № 5/6, стр. 2.

<sup>5</sup> И. Ф. Пономарев. Можно ли стекло считать коллоидом. «Керамика и стекло», 1932, № 12, стр. 11.

Как известно, первыми научными экспериментальными работами Д. И. Менделеева были анализы минералов: ортита из Финляндии<sup>6</sup>, пироксена из Рускалы в Финляндии<sup>7</sup> и анализ умбы. Последняя работа известна только по сообщению С. С. Кутторги в Русском географическом обществе<sup>8</sup>.

Наиболее интересная представляется первая работа — анализ ортита. В ней приведен не только химический анализ минерала, но и дана оригинальная трактовка этого анализа, основанная на ряде теоретических допущений. Д. И. Менделеев нашел, что ортит содержит окислы кремния, алюминия, железа, кальция, церия, иттрия и воду. Он отчетливо понимал, что имеет дело со сложным случаем изоморфного замещения. Поэтому он поставил перед собой задачу — при выводе формулы минерала показать возможные случаи изоморфизма между составными частями. При этом Менделеев не ограничивается учетом классического случая изоморфизма между окислами одинаковой формы ( $RO$ ), а интересуется возможностями замещения между кремнеземом и окислами типа  $R_2O_3$ . Здесь Менделеев опирается на теорию полимерного или гетеромерного изоморфизма, которая разрабатывалась в это время Шерером<sup>9</sup> и Германом<sup>10</sup>. В противоположность классическому представлению об изоморфизме, признающему возможность замены атом на атом, теория гетеромерного или полимерного изоморфизма принимает существование изоморфного замещения нескольких атомов одного элемента некоторым, не равным первому количеством атомов другого.

Учение о полимерном изоморфизме, которое явилось своеобразным преломлением в области минералогии и неорганической химии представлений о замещениях, сыгравших существенную роль в органической химии (металлесия), было для своего времени несомненно прогрессивным научным направлением. Оно подвергалось ожесточенным нападкам со стороны приверженцев устаревшей формальной точки зрения на химическое соединение, которая опиралась на дуалистическую теорию. Следует отметить, что будучи в курсе ожесточенной полемики, происходившей по этим вопросам, Менделеев с первых шагов своей научной деятельности твердо занял сторону нового направления в учении об изоморфизме.

Уже в ранних работах Д. И. Менделеев отказывается от весьма распространенной в то время трактовки сложных силикатов в духе Берцелиуса — представлении их как суммы нескольких простых силикатов. Свою кандидатскую диссертацию 1855 г.<sup>11</sup> он посвятил изоморфизму, в котором видел, надо полагать, путь к установлению соотношения сходства между веществами. Разумеется, и до Менделеева изоморфизмом пользовались для установления сходства между веществами. Так, например, изоморфное замещение одних элементов на другие позволило Грэму построить даже таблицу сходных между собой групп элементов (этот таблица приведена в диссертации Д. И. Менделеева<sup>12</sup>).

Представление о том, что изоморфизм есть прямое указание на существование сходства между веществами, переносилось на более сложные случаи изоморфизма, т. е. на гетеромерный и полимерный изоморфизм. Поэтому

<sup>6</sup> Д. И. Менделеев. Химический анализ ортита из Финляндии (Verhandlungen der R. K. Mineral. Ges. zu Petersburg., 1854). Собр. соч., т. 15, 1949, стр. 17—19.

<sup>7</sup> Д. И. Менделеев. Пироксен из Рускалы в Финляндии (Verhandlungen der R. K. Mineral. Ges. zu Petersburg., 1855). Собр. соч., т. 15, стр. 21—23.

<sup>8</sup> С. С. Кутторги. «Вестник имп. Русского географич. общества», 1854, кн. 1—6, отд. 5, стр. 36—37.

<sup>9</sup> Th. Scheele g. Isomorphismus und polymerisches Isomorphismus. «Hadwörterbuch rein. u. angew. Chemie von Liebig etc.», 1850, Bd. IV, стр. 150.

<sup>10</sup> R. Негманн. Heteromeres Mineral-System., Moskwa (1856).

<sup>11</sup> Д. И. Менделеев. Изоморфизм в связи с другими отношениями кристаллической формы к составу. Собр. соч., т. 1, 1937, стр. 7—137.

<sup>12</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. I, стр. 37.

совершенно естественно, что изоморфизм кремнеземоокислов типа  $R_2O_3$ , в первую очередь окиси алюминия, наводил на мысль о сходстве или близости их химических свойств — мысль, ставшую впоследствии основой учения Д. И. Менделеева о силикатах.

Не касаясь в своих первых работах этого вопроса, Менделеев тем не менее отмечал в статье «Пироксен из Руссильона в Финляндии», что химическая формула цироксена «отличается малым содержанием летучих составляющих и глиноzem, роль которых в многих кремнеземистых соединениях до сих пор остается непонятной»<sup>13</sup> (разрядка наша. — Авт.). В этих словах, если и не выражена прямо мысль о сходстве функций кремния и алюминия в силикатах, то, по крайней мере, высказано сомнение в том, что алюминий играет в силикатах обычную роль металла.

Ранние минералогические работы Д. И. Менделеева, проведенные под влиянием идей его учителей — химика А. А. Воскресенского и минералога С. С. Куторги, представляют собой образец своеобразного «химико-минералогического» направления. Менделеев одним из первых воспользовался минералами для решения ряда химических задач, имевших, конечно, значение и для минералогии.

Оценивая свою наиболее крупную «химико-минералогическую» работу — диссертацию об изоморфизме, Менделеев отмечал: «Составление этой диссертации вовлекло меня более всего в изучение химических отношений. Этим она определила многое»<sup>14</sup>.

## 2. АНАЛОГИЯ СИЛИКАТОВ И СПЛАВОВ

Наиболее полно взгляды Менделеева на природу силикатов высказаны в его ранней работе «О составе кремнеземных соединений» (1856)<sup>15</sup>. Эта работа явилась частью большого труда Д. И. Менделеева «Удельные объемы». Первоначально Менделеев изучает только объемные соотношения кремнеземных соединений. Однако при более детальной разработке объемов па примере кремнекислых соединений он, по-видимому, убеждается, что природа кремнекислых соединений представляет собой новую важную проблему, выходящую за рамки поставленных им задач.

Рассматривая природу силикатов, Д. И. Менделеев прежде всего останавливается на особенностях кремнеземных соединений, отличающих их от соединений многих других кислот, и формулирует четыре особенности кремнекислых соединений: 1) изменчивое отношение количеств основного и кислотного окислов, проявляющееся в различном отношении кислорода, связанного с основаниями, к кислороду, связанному с кремнием; 2) возможность изоморфного замещения не только между окислами, имеющими одну и ту же форму ( $RO$ ,  $R_2O_3$  и др.), но и между окислами разных форм (например, замещение окислов  $RO$  на окислы  $R_2O_3$ ); 3) широкое распространение явления изоморфного замещения борного ангидрида различными окислами — как кремнекислотой, так и основными окислами; 4) изоморфное замещение кремнекислоты на основные окислы.

Наибольшее значение имеют здесь последние две особенности, впервые четко сформулированные Д. И. Менделеевым. В другом месте этой же работы он отмечает: «кремнеземистые соединения устроены совершенно не так, как соли обыкновенных кислот»<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 15, стр. 23.

<sup>14</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 25, 1952, стр. 690.

<sup>15</sup> Там же, стр. 175—220.

<sup>16</sup> Там же, стр. 196.

Стремясь найти причины химических особенностей силикатов, Менделеев установил, что нельзя объяснить все многообразие кремнекислых соединений одним допущением полимерных форм кремнекислоты, как это делал, например, Лоран<sup>17</sup>. Очевидно, признание полимерных форм кремнекислоты в силикатах подчеркивало только одну сторону дела — вариации в количестве окиси кремния, приходящейся на один эквивалент основного окисла. Вместе с тем различие в содержании основных окислов совершенно не получало объяснения и выводилось лишь как следствие из сложности кремнекислоты. Позднее в работах других авторов (например, Вельцина)<sup>18</sup> это приводило к усложнениям и построению громоздкой системы поликремневых кислот.

Менделеев исходил из иной идеи, считая, что меняющееся количество основных окислов в силикатах может быть объяснено независимо от предположения о существовании полимерных форм кремнекислоты, т. е. оно не определяется основностью той или иной гипотетической кремнекислоты.

Однако он не останавливается на одной констатации существования сильно варьирующих соотношений количества основных и кислотных окислов в силикатах. Ученый стремится найти аналогичные явления среди других классов соединений, желая таким образом представить неопределенные соотношения между компонентами в силикатах не как особый случай, свойственный одним силикатам, а как явление, широко распространенное в природе.

Две группы веществ более других обладали отмеченными особенностями,казалось бы не в меньшей степени, чем силикаты. Это были сплавы металлов и растворы.

Менделеев прежде всего обращается к сплавам металлов, которые по своим свойствам ближе к силикатам, чем растворы, так как находятся в твердом состоянии. Кроме того, сплавы металлов в то время были уже довольно хорошо изучены.

Сплавы металлов, как соединения весьма сходных между собой веществ, давали много примеров существования разнообразных соотношений между составляющими их простыми веществами. Это обстоятельство и привлекло внимание Менделеева. В Научном архиве Менделеева хранится большое число составленных им конспектов статей различных исследователей, посвященных химии сплавов.

В результате тщательно проведенного сравнения особенностей сплавов и силикатов Менделеев делает смелое предположение о тождестве природы сплавов и силикатов. Менделеев считает, что силикаты можно рассматривать как особого рода сплавы, но не простых тел (как в случае сплавов металлов), а окислов. Кремнеземистые соединения, по его выражению — «суть сплавы или вернее помеси окислов»<sup>19</sup>. Аналогию со сплавами Менделеев находит настолько удачной, что кладет ее в основу своего представления о природе силикатов.

Но аналогия со сплавами имеет и другое важное следствие. Подобно тому, как сплавы металлов нельзя представить как соли, имеющие отрицательные и положительные части (сплав представляет собой, в сущности, тот же металл), так и сплавы окислов — силикаты не представляют собой солей, а скорее приближаются к сложным окислам. Таким образом, Менделеев отказывается от традиционной трактовки силикатов как солей и выдвигает совершенно новую и оригинальную мысль о том, что все особенности силикатов, отличающие их от обычных солей, объясняются тем, что силикаты не представляют собой типичных солей, а скорее примыкают к другому классу соединений —

<sup>17</sup> A. Laurent. Sur les silicates. «Comptes rendus», 1847, v. 23, стр. 1055.

<sup>18</sup> Weltzien. Systematische Übersicht der Silikate. Giessen, 1864.

<sup>19</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 25, стр. 210.

окислам. Этот вывод является, как уже было сказано, непосредственным следствием представления о близости кремнезема к основным окислам.

Обосновывая дополнительными фактами этот важный вывод, Менделеев приводит ряд данных по теплотам ионтравализации и объемам, подтверждающих отличие кремневой кислоты от серной, азотной и других кислот. Таким образом, Менделеев использует для подтверждения своих взглядов минералогические, химические и, что особенно важно, физико-химические данные.

Как мы видели, Менделеев подошел к своему представлению о природе силикатов, исследуя явление изоморфизма. После того, как построение основ учения о силикатах было закончено, Менделеев снова возвращается к проблеме изоморфизма. Однако вопрос об изоморфном замещении он рассматривает с новых позиций.

Сравнивая формулы силикатов, он пришел к выводу, что в некоторых случаях одновременно с замещением кремния на алюминий происходило замещение щелочных металлов на щелочно-земельные.

Так, сравнивая два сходных минерала (полевой шпат с лабрадором), имеющих различные отношения кислорода в основных и кислотных окислах, он заметил, что группа калий—кремний в полевом шпата играет ту же роль (как бы замещает), что и пара кальций—алюминий в лабрадоре.

Оксисел, обладающий кислотными (хотя и слабыми) свойствами — кремнезем, в сочетании с сильным щелочным окислом — окисью калия, выступает как сложная группа, обладающая некоторыми промежуточными свойствами металлического окисла средней силы. Это же имеет место и для суммы кальция и алюминия, где щелочно-земельный окисел вместе с полуторным (окисью алюминия) тоже дают комплекс, обладающий свойствами металлического окисла средней силы. Таким образом, обе суммы, состоящие порознь из очень сильно отличающихся один от другого элементов, попарно дают комплексы, весьма сходные между собой по свойствам и потому способные к взаимному изоморфному замещению в разнообразных соотношениях.

Очевидно, такое положение имеет место не только для данных четырех окислов, но и для всех других, входящих в состав природных силикатов. Чтобы обобщить это представление, Менделеев дает следующий своеобразный ряд окислов по убыванию металлических свойств: кали (окись калия), натр (окись натрия), магнезия, закись железа, окись железа, глинозем, кремнезем.

«При замещении группами, — говорит Менделеев, — сумма тел, стоящих по краям, замещается суммой тел, заключающихся между ними»<sup>20</sup>. Так, в разобранном примере крайние окислы (окись калия и кремнезем) замещают пару, стоящую между ними в середине ряда (известь и глинозем). Менделеев здесь по сути дела трактует изоморфизм как бы на основании учения о валентности, хотя этим понятием он здесь не пользуется. Утверждение, что между парой крайних и парой средних членов приведенного ряда (например, K — Si; Ca — Al) возможно изоморфное замещение, фактически адекватно утверждению о том, что элементы, обладающие валентностью 1 и 4, в сумме замещают пару элементов, обладающих в сумме той же валентностью (2+3).

Представление Менделеева о замещении сумм окислов одних элементов на сумму окислов других в приведенной выше трактовке есть не что иное, как формулировка учения о компенсационном или гетеровалентном изоморфизме. Обычно принято считать, что впервые мысль о компенсационном изоморфизме высказал австрийский минералог Чермак в 1865 г.<sup>21</sup> Однако

такое мнение нельзя признать правильным. Исторические факты показывают, что за 9 лет до работы Чермака Менделеев в гораздо более общей форме высказал идею о компенсационном изоморфизме и применил ее для расчета анализов ряда силикатов<sup>22</sup>.

### 3. СИЛИКАТЫ КАК ЧАСТИНЫ СЛУЧАЕЙ НЕОПРЕДЕЛЕНИХ СОЕДИНЕНИЙ

После выяснения природы силикатов в работе «О составе кремнеземных соединений» Менделеев подробно останавливается на этом вопросе в лекциях по теоретической химии. Литографированный текст этих лекций хранится в Научном архиве Д. И. Менделеева при Ленинградском государственном университете<sup>23</sup>.

Если в работе «О составе кремнеземных соединений» Менделеев подходит к представлению о соединениях кремния через понятие о кислотах и теорию типов, то в лекциях 60-х годов по теоретической химии кремнеземные соединения изложены уже с точки зрения общей теории «неопределенных соединений». Кремнеземные соединения рассматриваются им как частный случай неопределенных соединений наряду со сплавами и растворами. Следовательно, представление о кремнеземных соединениях как о сплавах окислов нашло в этих лекциях дальнейшее развитие и окончательное оформление.

Менделеев подробно рассматривает законы образования таких неопределенных соединений как растворы, сплавы, изоморфные смеси и силикаты. В этих лекциях он трактует изоморфизм как частный случай образования растворов: «изоморфные смеси суть иначе, как растворы»<sup>24</sup>.

В рассмотренной выше работе 1856 г. еще нет характеристики силикатов как неопределенных соединений, но можно полагать, что впервые интерес Менделеева к неопределенным соединениям возник при изучении силикатов. Именно рассматривая силикаты, Менделеев обратил внимание на общую для всех неопределенных соединений особенность — сходство составляющих их компонентов. В лекциях 1864 г. Менделеев заканчивает раздел о силикатах следующими словами: «Оканчивая статью о неопределенных соединениях, напомним, что между неопределенными и определенными соединениями нет существенной разницы. Но неопределенные соединения суть соединения по сходству (растворы, сплавы, изоморфные смеси) — образуются преимущественно сходными телами, а истинные химические соединения суть соединения по различию — соединения тел с далекими свойствами. Так и кремнезем имеет действительно большее сходство с окислами металлов, коль скоро мы хотим представить себе кремнекислотные соединения как сплавы окислов (напр., кремнекислота до того близка к глинозему, что почти с ним изоморфна, это сближает ее и со всеми другими окислами металлов, на сколько глинозем принадлежит к числу этих окислов)»<sup>25</sup>.

Развивая далее свое учение о силикатах, Менделеев особое внимание уделяет вопросу о разнообразных отношениях в них основных и кислотных окислов. Характерным для состава силикатов он считает то, что «все кремнеземистые соединения всегда можно разделить как бы на две части: одна из них остается всегда постоянной, другая может изменяться и, изменяясь, производит другие кремнеземистые соединения, подобные первому»<sup>26</sup>.

Резюмируя это представление, Менделеев пишет: «Таким образом, все кремнеземистые соединения можно характеризовать так: это есть неопреде-

<sup>20</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 25, стр. 218.

<sup>21</sup> G. Tschermak. Feldspatstudien. «Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien», 1865,

Bd. 50.

<sup>22</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 25, стр. 217—219.

<sup>23</sup> НАМ ЛГУ, II-А-17-9-1 и 5.

<sup>24</sup> НАМ ЛГУ, II-А-17-9-1, стр. 38.

<sup>25</sup> НАМ ЛГУ, II-А-17-9-5, стр. 86.

<sup>26</sup> НАМ ЛГУ, II-А-17-9-1, стр. 92.

ленные соединения (сплавы окислов с  $\text{SiO}_2$ ) кристаллические или некристаллические, приближающиеся иногда (подобно сплавам и изоморф. смесям) по составу к соединениям, выражающимся пайной формулой. Каждый род этих соединений определяется характеристикой определенного члена (в котором всегда есть и  $\text{SiO}_2$  и окислы) и который поэтому можно назвать родовым членом. Каждый вид и порода этого рода напротив определяется находящимися в них изменчивыми членами»<sup>27</sup>.

Таким образом, Менделеев представлял себе силикаты как неопределенные соединения, изменяющиеся в некоторых пределах, и отнюдь не считал их соединениями, которые могут изменять свой состав беспредельно. Изменение состава силикатов ограничивается, по его мнению, именно этим постоянным членом и соотношением между элементами, входящими в переменный член.

Образованные из сходных между собой окислов кремнеземистые соединения стоят ближе к сплавам, чем к солям, и поэтому свойства составляющих их компонентов определяют свойства сложного силиката. По выражению Менделеева, свойства силикатов как неопределенных соединений определяются в количественном и качественном отношении всеми находящимися в них элементами, тогда как, замечает он, в «соединениях определенных зависимость эта уже не столь резка»<sup>28</sup>. Количественные соотношения кислорода в основании и кислоте не столь важны для характеристики силикатов. Силикаты следует определять «по качеству и количеству элементов, входящих в их состав».

Таким образом, Менделеев борется с неправильным и формальным рассмотрением силикатов только с точки зрения соотношения количеств кислорода в основных и кислотных окислах. Этот прием, нашедший свое наиболее полное выражение в классификации минералов, связанный с привлечением большого количества различных гипотетических кремневых кислот, является, конечно, глубоко ошибочным.

Упомянутые выше высказывания Менделеева сохранили свое значение и по сей день. И сейчас во многих случаях силикаты группируют по солям различных гипотетических кремневых кислот. Между тем, как справедливо указывает С. Д. Четвериков<sup>29</sup>, силикаты, которые формально относят к солям одной и той же кремневой кислоты, часто не могут быть признаны сколько-нибудь сходными между собой. Например, жадеит  $\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$  и лейцит  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$  сильно различаются, хотя, казалось бы, оба представляют собой соли метакремневой кислоты.

#### 4. О ЗНАЧЕНИИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ПРИРОДЫ СИЛИКАТОВ

Ряд важных положений учения о силикатах Д. И. Менделеев высказал в «Основах химии». Развивая здесь разработанные им ранее представления, он наибольшее внимание уделяет проблеме полимеризации кремнезема и силикатов.

Следует отметить, что к идеи о полимеризации в кремнекислых соединениях Менделеев обращается, по нашему мнению, именно в связи с дальнейшей разработкой учения о неопределенном соединении. Действительно, применение понятия о молекуле к неопределенным соединениям в твердом состоянии требовало каких-то новых допущений, так как представление об единичных молекулах, которое относилось к газам, здесь не могло быть принято. В тоже время понятие о полимерной молекуле давало возможность представить

<sup>27</sup> НАМ ЛГУ, II-А-17-9-1, стр. 94.

<sup>28</sup> Там же, стр. 91.

<sup>29</sup> С. Д. Четвериков. Строение силикатов. Всесоюзное научное инж.-техн. об-во силикатной промышленности. Литогр. доклад, 1953.

неопределенность состава веществ в рамках атомно-молекулярного учения. При этом, разумеется, необходимо было допустить очень высокую степень полимеризации твердых тел.

Во время создания «Основ химии» проблема полимеризации не была новой.

Особенно подробно различные случаи полимеризации были изучены в области органической химии. Некоторые исследователи (Лоран, Вельцин, Лавров, Вюрц и др.) делали попытки перенести учение о полимеризации в область изучения соединений кремния. На большое значение полимеризации неорганических соединений указывал А. М. Бутлеров в статье «О полисоединениях в минеральной химии»<sup>30</sup>.

Менделеев начинает рассмотрение вопроса о полимеризации среди соединений кремния с изучения различия свойств  $\text{CO}_2$  и  $\text{SiO}_2$ . Этот вопрос теснейшим образом связан с разработкой периодической системы. Особенно важно было произвести сравнение двух элементов центральной, четвертой группы системы. Он пишет: «Кремнезем... есть тело твердое кристаллическое нелетучее и чрезвычайно трудноплавкое, не так, как  $\text{CO}_2$ , которое есть тело газообразное. В этом различии выражается уже много существенных особенностей кремния. Причины этого различия едва ли не должны искать в полимерном составе кремнезема сравнительно с углекислым газом»<sup>31</sup>.

Для обоснования полимеризации кремнезема Менделеев использует ряд физических и физико-химических данных, относящихся к свойствам кремнезема и углекислого газа.

Переходя далее к гидратам кремнезема, он отмечает, что причина неопределенности состава многих гидратов кремнезема заключается в их полимеризации. Особенно важно, что различная степень полимеризации оценивалась им опять-таки по ряду химических и физических свойств гидратов.

Также с точки зрения полимеризации Менделеев рассматривает и весь многочисленный класс силикатов. Развивая сформулированные ранее идеи, он указывает, что подобно тому, как гидраты, будучи «солями водорода», способны к полимеризации, также и в самих солях это явление имеет широкое распространение. В этой связи следует указать на принципиальное отличие трактовки вопроса о полимеризации кремнекислых соединений у Менделеева и у других ученых. Например, Вельцин, тоже исходивший из идей о полимерных формах кремневой кислоты, фактически формально перенес в область химии кремния представление о полимеризации, разработанное на примерах летучих органических соединений. Вельцин считал возможным выводить состав силикатов из формул гипотетических кремневых кислот, против чего, как известно, резко возражал Менделеев. По его мнению, каждому силикату совсем не обязательно должна соответствовать своя кислота. Та или иная полимерная форма кремнезема могла образоваться непосредственно всвязи с возникновением того или иного силиката. Таким образом, разработку учения о силикатах Менделеев сводит не к построению гипотетических кремневых кислот, а к решению следующей задачи: «Собственно говоря, является потребность объяснить способность  $(\text{SiO}_2)_n$  соединяться с  $(\text{RO})_m$ , где  $n$  может быть более  $m$  и где  $R$  может быть =  $\text{H}_2$ »<sup>32</sup>.

При этом очевидно, что присоединение некоторого количества кремнезема к более простому силикату как бы путем полимеризации хотя и может значительно изменить эмпирический состав силиката, но очень мало сказывается на его свойствах. Формально силикат при этом выглядит как соль гипотетической кремневой кислоты, но по существу ничего общего с ней не имеет.

<sup>30</sup> А. М. Бутлеров. О полисоединениях в минеральной химии. ЖРФХО, 1880, т. 12, часть хим., стр. 37.

<sup>31</sup> Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 14, 1949, стр. 687.

<sup>32</sup> Там же, стр. 727.

Таким образом, в этот период (время создания «Основ химии») Менделеев считает основным для объяснения природы силикатов изучение их полимеризации. Вопроса полимеризации силикатов он касался и ранее, о чем свидетельствует его работа 1856 г. В восьмом издании «Основ химии» Менделеев писал: «Придя еще в 50-х годах к заключению о полимерном состоянии кремнезема, я находил подтверждение этому во всех позднейших исследованиях соединений кремнезема, и ныне это воззрение, если не ошибаюсь, уже находит много единомышленников»<sup>33</sup>.

В 60-х и начале 70-х годов понятие о полимеризации приобрело у Менделеева более глубокий смысл. Он предполагал более подробно изучить это явление на примерах многочисленных кремневых эфиров. В эти же годы он пишет специальную статью «О полимеризации в минеральных веществах»<sup>34</sup>. Проблему полимеризации Менделеев связывает с более общей проблемой химии — вопросом об образовании так называемых молекулярных соединений. Особию большое внимание Менделеев уделяет этому вопросу в основной статье, посвященной периодическому закону<sup>35</sup>. Он проводит здесь параллель между образованием полимеров кремнезема и возникновением таких соединений, как кристаллогидраты, аммиакаты и другие соединения подобного рода. Он хочет проникнуть в механизм полимеризации высказывает такие интересные мысли: «Происходит ли присоединение кремнезема насчет такой же перестройки в его составе, т. е. связывает[ся] ли несколько атомов  $\text{SiO}_2$  между собою кислородом или как-либо иначе, мне кажется, совершенно безразлично для судьбы вопроса о полимеризации. Я даже думаю, что проще всего допустить в кремнеземе, а именно, во всей его массе, а не в отдельных элементах, существование склонности к соединению, которая и проявляется в образовании полимерной формы, не разбирая до поры до времени, зависит ли это от кремния, входящего в кремнезем, или от кислорода»<sup>36</sup>.

Мы полагаем, что есть все основания утверждать, что Менделеев первый понял главную особенность кремнезема и силикатов — их ярко выраженную склонность к полимеризации.

#### ВЫВОДЫ

Учение Менделеева о силикатах возникло в результате рассмотрения сложных случаев изоморфизма и главным образом возможности изоморфных замещений между кремнием и алюминием.

Большое разнообразие соотношений между основными и кислотными окислами в силикатах (в отличие от солей других кислот) Менделеев объясняет близостью кремнезема к основным окислам.

В этой связи он выдвигает идею об аналогии силикатов и таких соединений, как сплавы, в состав которых входят сходные по своей природе вещества, и предлагает рассматривать силикаты как сплавы окислов.

Обобщая свои взгляды на природу силикатов, Менделеев рассматривает их как частный случай «неопределенных» соединений наряду с растворами, сплавами металлов и изоморфными смесями.

Особенности силикатов как «неопределенных» соединений Менделеев объясняет полимеризацией большинства соединений кремния, отражающейся на физических и химических свойствах этих соединений.

<sup>33</sup> Д. И. Менделеев. Основы химии. Изд. 13(8), 1947, т. II, стр. 450.

<sup>34</sup> «Д. И. Менделеев. Научн. архив», т. 1, Периодический закон, 1953, стр. 678—691.

<sup>35</sup> Д. И. Менделеев. Периодическая законность для химических элементов. См. там же, стр. 336—483.

<sup>36</sup> Д. И. Менделеев. О полимеризации в минеральных веществах. См. там же, стр. 691.

А. В. СКВОРЦОВ

#### О ПРИЕМАХ РАСШИФРОВКИ РУКОПИСЕЙ

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Академией наук СССР издано собрание сочинений Д. И. Менделеева в 25 томах общим объемом свыше 1000 печатных листов. Однако в это собрание не вошли многие материалы и рукописи, находящиеся в Музее-архиве Д. И. Менделеева. Для изучения, разработки и опубликования научного наследия Менделеева и издания сочинений при Президиуме АН СССР создана специальная комиссия.

Большим препятствием в работе комиссии является трудность чтения рукописей Д. И. Менделеева из-за его «корявого», как он сам говорил, почерка.

Для ускорения разработки научного наследия Д. И. Менделеева необходима предварительная расшифровка всех его рукописей, независимо от их содержания и значения. Эта работа облегчит труд отдельных исследователей и позволит изучить менделеевское наследие в значительно более короткое время.

Расшифровка всех автографов может быть выполнена силами сотрудников обоих Менделеевских музеев с участием специалистов по отдельным отраслям знаний.

До настоящего времени мною расшифрованы следующие рукописные архивные материалы Д. И. Менделеева: а) записные книжки, рабочие тетради и другие записи общим объемом 1251 машинописная страница и б) разные рукописи, записи, заметки, письма и пр. — более 800 машинописных страниц.

В записных книжках и рабочих тетрадях Д. И. Менделеева содержатся: а) дневники за многие годы, начиная с 1862 до 1905 г.; б) приходо-расходные записи и годовые бюджеты; в) философские заметки и мысли и г) записи о работах по сельскому хозяйству, исследованию нефти, изучению состояния каменноугольной и металлургической промышленности, исследованию растворов, по воздухоплаванию, метеорологии, взрывчатым веществам и др.

Как уже говорилось, почерк Д. И. Менделеева исключительно своеобразен и неразборчив. Это особенно относится к рукописям последних лет жизни Менделеева.

В молодости почерк у Д. И. Менделеева, если судить по официальным документам, направленным в 1850—1851 гг. в Главный педагогический институт, был разборчивым и красивым. Этого, однако, нельзя сказать о других его рукописях (неофициального характера) того же периода, например о записях лекций по химии и другим научным дисциплинам. С годами почерк Д. И. Менделеева становится менее разборчивым, о чем свидетельствуют

его рукописи, относящиеся, например, к 1880—1890 гг. В последние годы жизни ученый писал совсем малоразборчивым почерком. С 1902 г. он начал страдать болезнью глаз (катаракта). После сделанной Менделееву в 1903 г. операции его почерк так сильно изменился к худшему, что чтение рукописей этого времени представляет очень большие трудности. К тому же Менделеев, стремясь возможно быстрее записать свои мысли, очень часто сокращал слова и присоединял к словам предлоги. Д. И. Менделеев уже

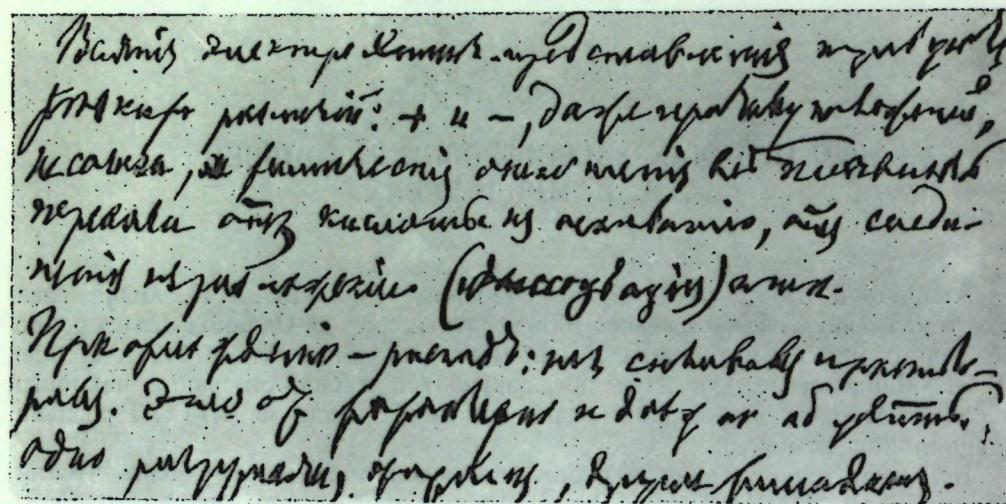


Рис. 1. Из заметок Д. И. Менделеева в книге «Основы химии» (7 изд., 1903 г.)

«Влияние электрохимических представления требуют резких различий: + и —, даже противоположных, не союза, а химические отложения все плавно перехода от кислоты к основанию, от соединения к разложению (диссоциация) и т. п. При охлаждении — распад: из сплавов и растворов. Это очевидно и должно обсудить. Одно разрушается жаром, другое холдом».

плохо видел; мало помогали его зренiu и «двухрамные» очки. Рука его потеряла прежнюю твердость. Работая по вечерам в течение пяти лет (1902—1907 гг.) у Д. И. Менделеева в его домашнем кабинете в здании Главной палаты мер и весов, я часто наблюдал, с каким напряжением давалось ему письмо. Нередко Менделеев сам долго думал над значением написанных им слов.

В то время я мог писать сравнительно быстро, в особенности карандашом, и обладал неплохой памятью для запоминания целых длинных предложений, которые не успевал сразу записывать. Д. И. Менделеев пригласил меня в качестве личного секретаря. Впоследствии, желая ускорить записи под диктовку и вместе с тем облегчить мою работу, он хотел применить фонограф Эдисона, но попытка использования фонографа оказалась неудачной из-за плохой слышимости заговоренных слов.

Едва ли кому-либо удастся сразу же разобрать все слова в какой-либо рукописи Д. И. Менделеева. Несмотря на многолетний опыт чтения автографов Менделеева, мне редко удавалось этого достигнуть, в особенности в тех случаях, когда в рукописи говорится о каких-либо специальных технических вопросах и приводятся специфические термины.

Можно было бы привести очень много примеров расшифровки моими авторографами Д. И. Менделеева. Но я ограничусь лишь несколькими фотокопиями. На первой из них (рис. 1) приведены заметки Д. И. Менделеева на листах чистой бумаги, вплетенных в книгу «Основы химии» (7 изд., 1903 г.). Эти замечания предполагалось учсть при следующем издании «Основ химии» (8 изд., 1906 г.).

На другой фотокопии (рис. 2) дана страница из записной книжки Д. И. Менделеева 1897—1902 гг. Здесь Менделеев советует «делать дело и добро» не для себя и не для бога, а для семьи, для города, для государства.

Чтобы облегчить чтение рукописей Д. И. Менделеева, приведем некоторые сведения об особенностях его почерка и написании им отдельных букв и слов.

Букву «а» в рукописях Д. И. Менделеева можно принять либо за букву «о», либо иногда за букву «и».

«Б», «б» читаются сравнительно легко. Следует лишь иметь в виду, что иногда можно принять за букву «б» сочетание буквы «с» и «т».

Буквы «В», «в» иногда трудно узять. Буква «в» в середине слова похожа на мягкий знак.

«Г», «г» нередко можно принять за букву «Ч».

«Е», «е» сохраняют почти такую же форму, как и в прописях, если не считать, что строчная буква «е» часто походит на «с».

Буквы «З», «з» изображаются почти всегда в виде латинской «S», а нередко и просто прямой вертикальной чертой.

«И», «и» в большинстве случаев Менделеев пишет разборчиво. Но иногда эти буквы можно принять за «п», «и», «о» или «а».

Буква «и» часто имеет форму единицы.

«К» и «к» нередко имеют начертание, схожее с буквами «н», «л» и «п». При чтении трудно разбираемого слова приходится иногда подставлять по очереди все эти буквы.

Буква «л» часто похожа на латинскую «h». В некоторых случаях можно ее принять за буквы «к» и «и» (рис. 4).

«М», «м» можно иногда принять за «ш» или «т».

Буква «н» часто напоминает «л», «к» и «п».

Буквы «О», «о» в отдельных случаях похожи на «а» или «и».

«П», «п» можно принять за «и», «и», «л» и «к».

«Р», «р» почти всегда легко разобрать, за исключением редких случаев, когда вертикальная черта буквы недостаточно длинна.

Буквы «С», «с» особых трудностей для чтения не представляют, но надо иметь в виду, что они могут быть написаны как «е».

Строчная буква «т» иногда бывает написана в виде вертикальной черты. Эта буква часто напоминает «м», «ш» и «ц».

Строчная «у» в некоторых случаях похожа на «ц».

Буквы «Ф», «ф» не представляют особых затруднений при чтении, за исключением случаев, когда Менделеев пишет их как латинские «f» или «t». Буква «фита» не встречается в рукописях, так как Менделеев избегал применять ее.

«Х», «х» писались довольно правильно. Строчная «х» имеет иногда форму латинской буквы «f».

«Ц» нередко напоминает «у».

«Ч», «ч» по форме приближаются к «Г».

Буквы «Ш», «ш» часто можно принять за «м» или «т».

Буквы «Э», «э» не всегда писались Менделеевым правильно. Иногда он

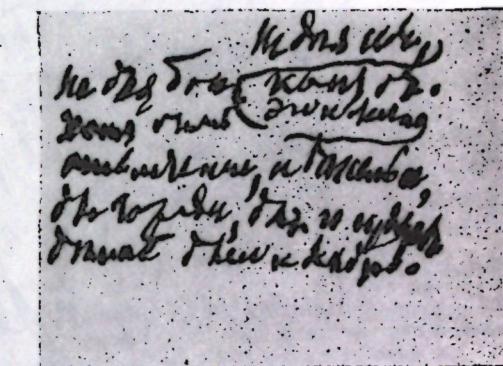


Рис. 2. Из записной книжки Д. И. Менделеева 1897—1902 гг.

«Не для себя, как очевидно, это означает, не для бога, как очень отвлечено, а для семьи, для города, для государства делай дело и добро».

заменил их буквами «Е», «е». Слова с оборотным «Э» встречаются в его рукописях сравнительно редко.

Буквы «Ю», «ю» Д. И. Менделеев часто изображал в виде буквы «и». Чтение букв «Я», «я» представляет большие трудности. Строчная «я» часто имеет вид латинской «z» или какого-то неопределенного знака в форме греческой буквы «φ».

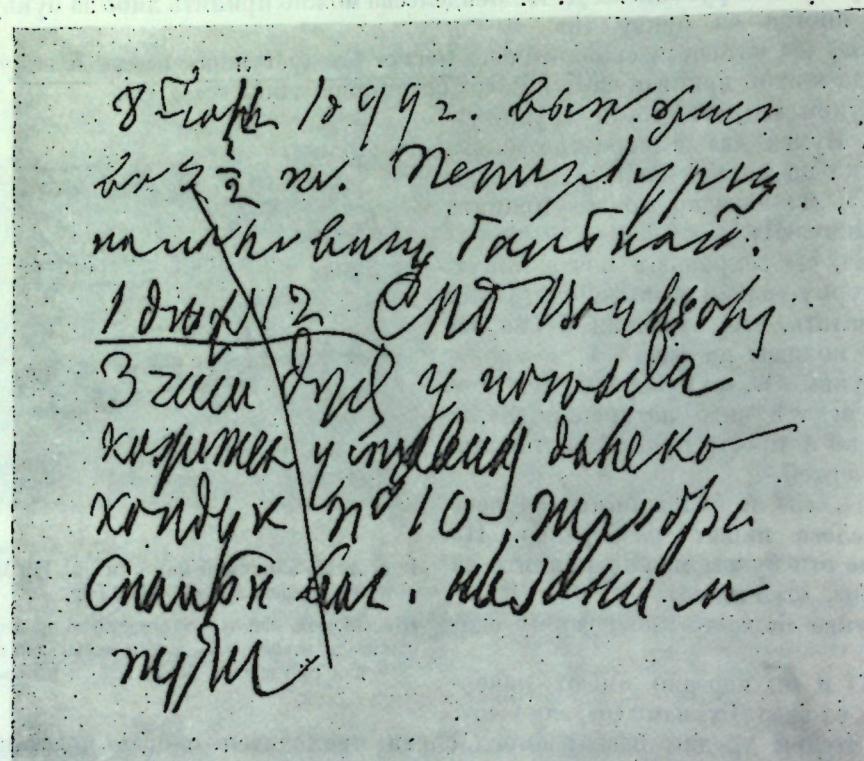


Рис. 3. Из записной книжки Д. И. Менделеева 1899 г. (в связи с поездкой на Урал)

«8 июня[я] 1899 г. выезжало в 2 $\frac{1}{2}$  [часа] из Петербурга наполовину больной. 1 дюйм[ина] пленок фотографических [№] 12. СПБ: Вокзал, 3 часа дня у поезда; находит уставил далеко; кондуктор № 10 — Трофим, спальни[ый] вагон[и] на запаси[ом] пути».

Мягкий знак в некоторых случаях можно принять за букву «в».

Твердый знак Менделеев изображал по-разному: в виде латинской «z», просто в форме прямой палочки или же замысловатого крючка, подобно росчерку при подписи фамилии.

Буква «Ять» (большая и малая) часто напоминает «Л» или латинскую букву «h».

Менделеев часто употребляет вместо обычного знака «№» — латинскую малую букву «n» с маленьким нулем справа, вверху буквы.

Цифры можно читать сравнительно легко, за исключением арабских цифр 2, 7 и 9, которые часто принимаются одна за другую.

Формулы в большинстве случаев разбираются с трудом.

Эскизы и наброски приборов, планы местностей и виды зданий, различные схемы и т. п. изображаются не отчетливо.

Расшифровка букв латинского алфавита представляет неменьшие трудности. Это же можно сказать и в отношении букв греческого алфавита.

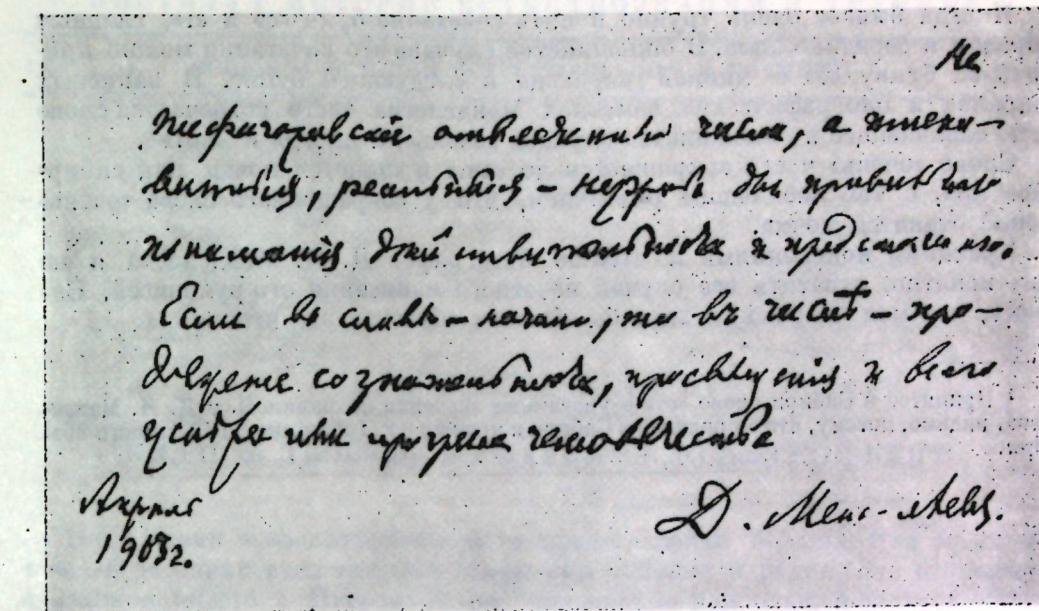


Рис. 4. Из рукописи Д. И. Менделеева «Заветные мысли» (издана в 1903—1905 гг.)

«Не фагоровские отвлеченные числа, а именованные реальные — нужны для правильного понимания действительности и предстоящего. Если в слове — начало, то в числе — продолжение сознательности, просвещения и всего успеха или прогресса человечества. Апрель 1903 г. Д. Менделеев».

Большую трудность при чтении рукописей Менделеева представляют некоторые слова, которые он пишет слитно. Из сравнительно легко читаемых записей этого рода можно привести помещаемую ниже фотокопию (рис. 5), на которой союз «и» и предлог «в» объединены со словом «жизни».

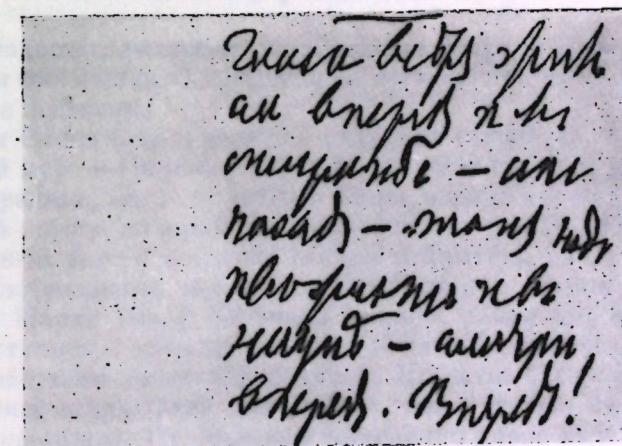


Рис. 5. Записная книжка Д. И. Менделеева 1897—1902 гг., стр. 59 об.

«Глаза всех живущих см[отрят] вперед и в стороны — а не назад. Так надо и в жизни и в науке — смотри вперед. Вперед!»

Следует иметь в виду, что для скорости письма он часто прибегал к сокращению слов, передко обрывая их на гласных буквах, без знака сокращения — точки.

Иногда бывает очень трудно понять сочетание букв «с» и «т», главным образом в середине слов. В большинстве случаев это сочетание можно принять за букву «б» с линией перехода к следующей букве. В записных книжках и биографических заметках Менделеева часто встречается слово «от», означающее в большинстве случаев «очень», а иногда и «вот»<sup>1</sup>.

Слово «очень» часто сокращается до «оч.» и пишется почти как сибирское «от», с тем небольшим различием, что у сокращенного слова «очень» («оч.») ставится точка.

Краткими пояснениями к чтению автографов Д. И. Менделеева я не мог, попытко, охватить все случаи нечеткого написания его рукописей. Надеюсь, что мои пояснения хотя бы отчасти облегчат это чтение.

<sup>1</sup> Принятое в Сибири слово «от» в указанном значении сохранилось у Д. И. Менделеева, видимо, потому, что он родился в Сибири и прожил в г. Тобольске до 15-летнего возраста.

## ИРЭН ЖОЛИО-КЮРИ

## ЖИЗНЬ И ТВОРЧЕСТВО МАРИИ СКЛОДОВСКОЙ-КЮРИ

Имя Марии Склодовской-Кюри в представлении большинства ее поклонителей ассоциируется только с открытием полония и радия. Это открытие, сделанное вместе с Пьером Кюри, конечно — наибольшая заслуга обоих ученых, но все-таки это лишь часть работы каждого из них. Репутация Марии Склодовской-Кюри как ученого сложилась не благодаря первому блестящему успеху, а в результате всей жизни, посвященной развитию науки о радиоактивности.

Открытие полония и радия было сделано в течение одного года. Наиболее очевидные результаты, положившие начало новой науке о радиоактивности, были получены всего за несколько лет. Научная работа Марии Склодовской-Кюри не ограничивается этим коротким периодом: за долгие годы терпеливого труда ею был сделан не только ряд научных открытий, но также создано крупное научно-исследовательское учреждение и подготовлено большое число учеников.

Научная традиция, развитая во Франции Марией Кюри, позволила развернуть наши собственные исследования, а также принесла пользу многим лабораториям за рубежом.

Когда Мария Склодовская, молодая польская студентка, заканчивающая университетский курс в Париже, согласилась выйти замуж за Пьера Кюри и остаться во Франции, она, как и Пьер Кюри, видела в этом союзе не только счастье семейной жизни, но и радость совместного труда. Пьер Кюри был уже известен сделанным вместе с братом Жаком открытием пьезоэлектричества, серьезными исследованиями магнетизма, работами о симметрии в физических явлениях. Мария Кюри получила диплом, закочила аспирантуру и готовилась приступить к научным исследованиям. Она работала сначала над магнитными свойствами закаленных сталей. Но затем Пьер и Мария стали вместе искать интересную тему для работы, которую она смогла бы представить как диссертацию. Их внимание привлекло новое явление, недолго до этого открытые Анри Беккерелем, — самопроизвольное испускание ураном ионизирующих лучей.

Мария Кюри начала изучать это явление в декабре 1897 г., а несколько месяцев спустя к ней присоединился и Пьер Кюри. Три маленьких лабораторных журнала, начатые в декабре 1897 г. и законченные к июлю 1899 г., дают возможность проследить историю их тесного сотрудничества при открытии полония и радия. В первые месяцы на страницах первого журнала виден четкий и ясный почерк моей матери, а кое-где на полях — неразборчивые пометки отца. Иной раз это — кривые или несколько сделанных им замеров. Пометки отца показывают, с каким интересом он постоянно следил за работой.

После замеров активности урана появляются замеры других веществ, по-видимому взятых наугад из того, что имелось в лаборатории, потом — замеры минералов урана, необычайно высокая активность которого свидетельствовала о возможном существовании неизвестных радиоактивных элементов, наконец, — замеры тория. Отец стал работать вместе с матерью; теперь их очерки чередуются на страницах журнала, а иногда даже и на одной и той же странице. Видна неразрывная совместная работа ученых как в химических исследованиях, так и в замерах радиоактивности.

В июле 1898 г., всего через шесть месяцев после начала исследований, Пьер и Мария Кюри объявили об открытии полония, а в декабре 1898 г. — об открытии радия. Но эти вещества были получены ими еще только в бесконечно малых количествах.

В биографии Пьера Кюри моя мать писала:

«Несмотря на быстрый успех, работа была еще далеко не закончена. Мы считали, что тут, без сомнения, есть новые элементы. Но, чтобы химики признали их, требовалось эти элементы выделить. А в полученных нами продуктах наиболее активные (в сотни раз активнее, чем уран) полоний и радий были только высаждены: полоний был в соединении с висмутом в вытяжке из урановой руды, а радий — с барием в той же вытяжке. Как отделить полоний от висмута, а радий от бария, мы уже знали, но эта операция требовала значительно больше сырья, чем его у нас было. Именно в этот период нашей работы мы особенно страдали от недостатка нужных условий: не было помещения, не было денег, персонала.

Чтобы покрыть расходы на исследования, нам пришлось взять прежде всего из наших собственных сбережений; потом мы получали некоторые субсидии и помочь со стороны.

Особенно болезненным был вопрос о помещении, без которого мы не могли проводить наши химические исследования. Пришлось обосноваться в заброшенном сарае, расположеннем во дворе мастерской с нашей электрометрической установкой. Это был дощатый сарай с асфальтированным полом и стеклянной крышей, довольно плохо защищавшей нас от дождя. В сарае не было никакого оборудования — только старые столы из еловых досок, чугунная печка, совершенно неспособная обогреть помещение, и черная доска, которой так любил пользоваться Пьер Кюри.

Там не было никаких вытяжных труб для удаления ядовитых газов, выделявшихся при исследовании. Приходилось выполнять ряд операций во дворе, если позволяла погода, а если нет, то в помещении, открыв окна настежь.

В этой случайной лаборатории мы проработали два года почти без всякой помощи. Вместе мы выполняли химические исследования, вместе изучали излучение все более активных продуктов, какие мы получали.

Впоследствии пришлось разделить наши усилия. Пьер Кюри продолжал изучение свойств радия, а я стала работать над получением солей чистого радия. Мне приходилось работать сразу над двадцатью килограммами сырья. Сарай был переполнен посудой с осадками и жидкостями».

Моя мать не побоялась взяться — без помощников, без денег, без материалов, в сарае вместо лаборатории — за смелое исследование многих килограммов минералов или осадков урановой руды, чтобы сконцентрировать и выделить радий. В то время, как Пьера Кюри особенно увлекли волнующие проблемы, поставленные перед физиками в связи с таинственными излучениями этих новых веществ и трудностью объяснения прохождения их через вещества, Мария Кюри настойчиво стремилась добить соль чистого радия, измерить его атомный вес. Это было очень важно, так как без этих доказательств многих ученых было бы очень трудно убедить в существовании новых элементов.

После открытия полония и радия Пьер и Мария Кюри в течение ряда лет продолжали работу, упорно борясь со все возрастающими трудностями:

не хватало средств, не было нужных условий для работы. В конце концов Пьеру Кюри было поручено чтение курса в Р.С. Н.<sup>1</sup>, и там он получил небольшую лабораторию, правда все еще недостаточную.

В 1903 г. Шведская Академия наук присудила Пьери и Марии Кюри вместе с Анри Беккерелем Нобелевскую премию в области физики, что было началом их славы. Это счастливое событие положило конец денежным затруднениям, но зато их теперь крайне занимали посещения, письма и другие подобные обстоятельства. Вскоре Пьер Кюри получил, наконец, место профессора и мог немного увеличить свою лабораторию. Но, увы, он уже не воспользовался этим. Жизнь блестящего ученого прервалась как раз в тот момент, когда начали улучшаться условия его жизни и работы.

Парижский факультет наук предложил моей матери заменить Пьера Кюри. Это было смелое предложение для той эпохи, когда женщины, даже студенток, в университете было очень мало и не считалось еще возможным, чтобы женщина преподавала в высшем учебном заведении. Мария Кюри согласилась, считая своим долгом, продолжать общее дело. Таким образом, ей пришлось и преподавать и руководить лабораторией, да еще воспитывать двух дочерей. Мне было тогда восемь лет, а моя сестра Ева была еще совсем маленькой.

Продолжая работу главным образом над получением чистого радия и установлением его атомного веса, Мария Кюри руководила физическими и химическими исследованиями нескольких учеников, которых она могла устроить в своей маленькой лаборатории. Ей помогал в этом Андре Дебьери, ее сотрудник, ставший нашим лучшим другом.

В 1910 г. Мария Кюри опубликовала «Радиоактивность» — книгу, предназначенную для работников лабораторий. Там она излагает все, что в то время было известно о радиоактивности, с многочисленными экспериментальными данными, с библиографическими указателями. Эта книга теперь представляет собой интересный документ об эволюции науки о радиоактивности в начале века.

В этом же году Мария Кюри выставила свою кандидатуру в Академию наук. Антифеминисты и клерикалы повели против нее ожесточенную кампанию, и она потерпела неудачу: был избран Врапли. Больше она никогда не повторяла подобной попытки: у нее осталось очень неприятное воспоминание о посещениях академиков по делам кандидатуры, так как научные заслуги, казалось, имели значительно меньше веса, чем всякого рода иные соображения. Мария Кюри была членом многих зарубежных Академий, но во Французскую Академию наук так и не вошла. В 1922 г. ее избрала своим членом Медицинская Академия. На ее заседаниях Мария Кюри присутствовала редко из-за недостатка времени, но не потому, что ее не интересовали обсуждаемые там вопросы. Эти обсуждения часто вскрывали тесную связь важных медицинских проблем с проблемами социальными. Мария Кюри считала, что врачи, каковы бы ни были их политические убеждения, все же благодаря своей профессии всегда понимали некоторые действительные аспекты социальных проблем.

1910 год был очень тяжелым в жизни моей матери: умер мой дед. Это было для нее большим горем и причиной новой заботы о том, как заменить влияние любящего и умного руководителя, каким был дед для меня и моей сестры. Тогда же к политической кампании, которая велась против Марии Кюри по поводу ее кандидатуры в Академию, присоединились клеветнические нападки, касающиеся ее личной жизни. Однако Шведская Академия наук вторично присудила ей Нобелевскую премию, на этот раз в области химии, и эта награда была особенно цenna для нее в тот тяжелый период. Через некоторое время

<sup>1</sup> Р. С. Н. — Physique, chimie, [sciences] naturelles — подготовительный курс для студентов Сорбонны.

ее здоровье, уже и раньше дававшее повод для беспокойства, резко ухудшилось. Она тяжело заболела, чуть не умерла, ей пришлось перенести серьезную операцию почек, после которой она долго не могла оправиться. Ей помогала симпатия и привязанность друзей: сестры Брони, приехавшей из Польши ухаживать за ней, Андре Дебьера, неизменно посещавшего наш дом, физика Жана Перрена и его жены Генриетты, которые были нашими соседями, когда мы жили в маленьком домике на бульваре Келлерман, госпожи Шаван, математика Эмиля Бореля и его жены Маргариты; дяди Жака Кюри, английской ученои миссис Айртон и многих других.

Мария Кюри приложила немало труда, чтобы получить лабораторию, которая соответствовала бы требованиям новой науки о радиоактивности. Наконец, было принято решение о создании Института радия, включающего Лабораторию Кюри, предназначенную для исследований по физике и химии, и Лабораторию Пастера — для исследований биологических и медицинских. Предвидя исключительную важность новой области науки, Мария Кюри безуспешно пыталась добиться, чтобы Институт был выстроен в пригороде, на просторном участке, позволяющем дальнейшее расширение. На деле же все было построено слишком маленьким. Расширение потребовалось почти с первых же дней работы Лаборатории. После первой мировой войны предпринятое незначительное расширение было приостановлено из-за сооружения лабораторий другого назначения. В результате, близорукость и ограниченность взглядов общественных властей привели к бесконечным затруднениям в работах по физике и химии, биологии и медицине.

Несмотря на слишком тесное помещение, Институт радия сыграл большую роль в развитии науки о радиоактивности и использовании радиоактивных элементов в терапии. Под руководством профессора Рего были заложены основы метода применения излучений при лечении рака, тогда как Лаборатория Кюри явилась центром исследований, оказавших прямое или косвенное влияние на формирование почти всех французских специалистов по радиоактивности и ядерной физике.

Лаборатория Кюри только что была выстроена, когда началась война 1914 г. Моя матери пришлось самой с помощью только одного молодого технического работника перевозить аппаратуру из нашего старого помещения на улице Кювье. Мне было в то время 17 лет, и я только что сдала экзамен на звание бакалавра. Пришлось и мне помочь матери перевозить на извозчике аппаратуру, расставлять ее в новом помещении, приводить в порядок библиотеку и образцы радиоактивных минералов.

В первые же месяцы войны мать обратила внимание, что аппараты X-лучей, уже довольно часто применявшиеся гражданскими врачами, почти не известны в военно-медицинской службе. С той же энергией, с какой она в свое время решалась исследовать тонны минералов без всяких материальных средств, она взялась оборудовать несколько машин и достать передвижные аппараты, чтобы делать рентгеновские снимки раненых. Благодаря частным пожертвованиям ей удалось добыть средства для покупки аппаратуры, ей предоставили также большие автомашины типа городских или туристских автобусов, которые были приспособлены под перевозку аппаратов. Был подобран персонал, обученный рентгенографическому исследованию переломов и местонахождений осколков — методу, почти не известному в те годы гражданским и военным врачам. С осени 1914 г. первые такие автомашины вступили в строй.

В специальной книге «Радиология и война», написанной около 1920 г., Мария Кюри описывает работу этих рентгеновских передвижных пунктов и рассказывает о своем собственном опыте:

«Мне лично было поручено руководить рентгенологической службой Красного Креста (U. F. F.) и, кроме того, по заданиям Национального общества по-

кровительства раненым и на его средства, создавать рентгеновские установки повсюду, где в них остро нуждались. В силу этих двух обязанностей мне довелось принимать участие в усилиях первых лет войны и совершать частые поездки, почти всегда перевозя рентгенологический материал в машине или по железной дороге. Целью этих поездок обычно была временная или постоянная установка аппаратов и исследование раненых района. Кроме того, они позволяли собирать сведения о наиболее острый нуждах данного района и о наличии средств для улучшения положений.

В частности, почти всегда приходилось констатировать недостаток обученного персонала. Нужно было устанавливать аппаратуру своими силами и средствами, а после установки, как правило, объяснять действие аппаратов во всех подробностях врачам или кому-либо из добровольцев, которые благодаря быстрой сообразительности и ценой упорного труда скоро осваивали эту новую для них технику».

Позднее служба здравоохранения получила аппаратуру, но по-прежнему ощущался недостаток в обучении персонала. Мать организовала при Лаборатории Кюри школу медсестер-рентгенологов. Эта школа выпустила много медсестер, способных самостоятельно справиться с требованиями военной рентгенологии. Я руководила практическими работами.

После войны некоторые старые работники с улицы Кювье заняли свои места в Лаборатории Кюри. Пришли также новые работники, и довольно быстро образовался очень активный научный центр, насчитывающий большое число исследователей.

С детства я стремилась принимать участие в научной работе матери, поэтому совершенно естественно, что я снова стала работать в Лаборатории, где когда-то помогала расставлять аппаратуру, привезенную с улицы Кювье. В период войны, выполняя свою долю работы по рентгенологии, я получила диплом и почти тотчас же приступила к работе над диссертацией, которую я завершила в 1925 г. В том же году моя мать приняла в Лабораторию на должность специального препаратора нового сотрудника — Фредерика Жолио, студента Школы физики и химии, рекомендованного ей П. Ланжевеном. Примерно через год мы стали женихом и невестой и поженились в октябре 1926 г.

Вечной заботой Марии Кюри, заставляющей ее терять очень много времени, был недостаток кредитов; тем не менее число сотрудников увеличилось до сорока, не считая механиков и технических помощников. Каждый год наши исследователи — физики и химики — публиковали многочисленные статьи. Как и было предусмотрено при создании Института радия, установлено плодотворное сотрудничество между исследователями Лаборатории Пастера и Лаборатории Кюри.

Среди работников Лаборатории Кюри всегда было много иностранцев. Мария Кюри считала своим долгом в интересах научного престижа Франции принимать в Лабораторию исследователей, которых посылали иностранные научные организации для знакомства с наукой о радиоактивности. Одни приезжали на несколько месяцев, чтобы изучить технику радиохимии и замеров активности, другие на несколько лет — готовить докторскую диссертацию. Многие из них впоследствии стали профессорами в университетах своих стран. По одному, а то и по нескольку представителей 25 различных национальностей прошли через Лабораторию Кюри, а к 1933 г. в ней было представлено одновременно 17 национальностей.

Преодолевая очень большие материальные затруднения, Мария Кюри удалось в 1914 г. собрать значительное количество радия — около двух грамм. Она передала его Лаборатории, так же как и тот грамм радия, который ей преподнесли американские женщины в 1921 г. Она приложила затем большие усилия для получения редких радиоактивных веществ: радия D,

полония, актиния, иопия и протактиния. Многие промышленники оказывали ей ценную помощь, поставляя отходы, получаемые при обработке минералов, либо осуществляя по ее указаниям обработку этих отходов. Впоследствии ей удалось добиться постройки в Аркейле отделения Лаборатории Кюри, где осуществлялось первичное обогащение.

Полученные Марией Кюри радиоактивные вещества послужили материалом для многих работ по физике и химии. Лишь благодаря большим количествам полония, представленным в наше распоряжение, Фредерику Жолио и мне удалось осуществить исследование, приведшее к открытию нейтрона и искусственной радиоактивности. Работая с препаратами актиния, одна из сотрудниц Марии Кюри, мадмуазель Перей, открыла в 1939 г. первый известный представитель элемента 87, названный ею францием.

В последние годы жизни Мария Кюри могла радоваться успехам работников своей Лаборатории: открытие тонкой структуры X-лучей, сделанное Розенбломом в 1929 г., ряд работ Фредерика Жолио и моих, приведших к открытию в 1932 г. нейтронов, а в 1933 г. — к получению важных результатов о позитронах, а в начале 1934 г. — к открытию искусственных радиоактивных элементов. Мы с мужем были особенно счастливы, что наше открытие дополнило открытия Пьера и Марии Кюри.

Мою мать радовала мысль, что, возможно, один из нас когда-нибудь станет руководить созданной ею Лабораторией. В то время мы еще не предполагали, что каждому из нас придется руководить отдельной лабораторией и, таким образом, раздельно вести научную работу.

Руководство Лабораторией и подготовка курса лекций отнимали у Марии Кюри много времени, но все же она не прекращала новых научных работ, занималась различными химическими исследованиями, в частности, изучала способы концентрации актиния в актиноносящем лантане. Она выполняла также тонкие физические исследования. С другой стороны, Мария Кюри всегда стремилась быть в курсе новейших исследований, делала библиографические выписки, резюмировала наиболее интересные научные статьи, изучала некоторые проблемы, причем всегда с числовыми подсчетами, которые фиксировалась ею очень подробно в тетрадях. Она часто советовалась с физиком Полем Ланжевеном, подолгу беседовала с ним о теории относительности, о применении методов теории вероятностей.

Преподавание науки о радиоактивности было для Марии Кюри предметом постоянной заботы. Она старалась излагать этот обширный предмет насколько возможно подробно в очень ограниченное время. В чтении этого курса у нее не было помощников. Вот почему она написала книгу, предназначенную не столько для лабораторных работников, сколько для студентов. Она надеялась, что эта книга позволит ей не затрагивать на лекциях ряда вопросов. Книга была закончена Марией Кюри незадолго до смерти, а напечатана только несколько месяцев спустя.

Мария Кюри принимала деятельное участие во французских и иностранных научных собраниях и комитетах. Она неоднократно участвовала в периодически собирающихся в Брюсселе Сольвеевских конгрессах, где около тридцати компетентных ученых обсуждали новые вопросы физики и химии. Она была членом «Комитета эталона радия», который занимался измерением и эталонированием в области радиоактивности. Эти вопросы особенно интересовали ее. Именно она изготовила в 1911 г. первый международный эталон радия. Она проводила сравнения вторичных эталонов для официальной службы измерений разных стран и всегда часть измерений делала сама.

Она была членом Комиссии интеллектуального сотрудничества Лиги наций (Commission de Coopération Intellectuelle), которая обычно собиралась в Женеве или в других странах; регулярно присутствовала на заседаниях этой Комиссии, активно участвовала в обсуждении вопросов, касающихся науки.

В частности, она уделяла много времени проекту «Авторское право в науке». Пьер Кюри и Мария Кюри не захотели взять патент на открытый ими способ получения радия. Они считали, что не дело ученого самому добиваться признания своих прав. Но Марии Кюри всегда казалось возмутительным, что ученый часто остается в стесненных материальных условиях, в то время как его открытие приносит большие доходы. Она интересовалась также проектом международных субсидий, которые предполагалось выдавать для научных исследований. Проекты «Авторского права в науке» и международных субсидий не были реализованы из-за слабой практической деятельности Лиги наций.

Марию Кюри приводили в отчаяние трудности, с которыми научным работникам приходилось добывать себе средства к существованию. Субсидии были незначительны, их выдавалось очень мало. Большим облегчением для нее явился дар одной богатой американки, миссис Карнеджи, позволивший материально поддерживать научных работников Лаборатории Кюри в течение нескольких лет. С большим интересом Мария Кюри следила за усилиями Жана Перрея, стремившегося разрешить крайне важный вопрос о недостатке материальных средств у лабораторий, денег для заработной платы исследователям. Эти усилия, хлопоты перед общественными властями привели наконец к организации учреждения, которое сначала называлось Национальной научной кассой, а потом Национальным центром научных исследований. Оно предназначалось для субсидирования научных изысканий, для выдачи средств на материальную часть и оплату труда персонала. Жан Перрея иногда просил Марию Кюри сопровождать его во время особо важных визитов к какому-нибудь министру или члену парламента, чтобы придать вес его просьбам. И она всегда охотно помогала ему в этих хлопотах. Позднее, после освобождения от военной службы, Фредерик Жолио был в течение года директором Национального центра научных исследований и много сделал для улучшения положения исследователей и технического персонала лабораторий.

Представляют интерес требования, высказанные в меморандуме 1926 г., составленном Марией Кюри по вопросу о международных субсидиях. Удовлетворения этих требований впоследствии удалось добиться во Франции благодаря стараниям Жана Перрея, а затем Фредерика Жолио.

Мария Кюри не только стремилась превратить свою Лабораторию в крупный научно-исследовательский центр, она старалась также сделать приятной работу в ней. Большинство помещений Лаборатории были светлыми и веселыми. Несмотря на то, что ей не удалось получить большого помещения, первой заботой Марии Кюри было посадить деревья вдоль здания и на маленьком клочке, разделяющем лаборатории Кюри и Пастера.

Этот сад был своего рода приемной и местом встреч работников в чудесные весенние и осенние дни. Собрания сотрудников Лаборатории по поводу какой-нибудь диссертации или ученого собеседования всегда, если позволяла погода, происходили в этом саду. Тогда выносили во двор столы, установленные фотографическими кюветами с пирожками и разной лабораторной посудой, используемой для чаепития. Эти традиции живут и по сей день. Другим местом для собраний, еще более необычным, была нижняя часть лестницы — между входом и дверью в лабораторию директора. Сотрудники и моя мать привыкли подолгу беседовать о своих делах, загораживая проход, а иногда и с удобством усаживались на ступеньках. Этот обычай не исчез окончательно до сих пор.

После смерти Марии Кюри в 1933 г. директором Лаборатории стал Андре Дебьери, старый сотрудник Пьера и Марии Кюри. Вскоре Фредерик Жолио получил место профессора в Коллеж де Франс, и его усилиями было создано две новых лаборатории: Лаборатория ядерной физики и химии в Коллеж де Франс и Лаборатория атомного синтеза при Национальном центре научных

исследований. Это способствовало быстрому развитию ядерной физики во Франции. До этого времени лаборатории находились в тесных помещениях, в условиях, препятствовавших развитию науки. Директором новых научных центров стал Фредерик Жолио, а первыми работниками — сотрудники Лаборатории Кюри, верные традициям ее основателей. Когда в 1946 г. Андре Дебьери ушел в отставку, директором Лаборатории Кюри стала я.

Марию Кюри всегда глубоко волновали социальная несправедливость, истребление ценностей, созданных человеческими руками, так же как и естественных ресурсов. Мысль уничтожать зерно или сжигать кофе только потому, что их нельзя дорого продать, казалась ей чудовищной. Ее крайне возмущало то, что военные кредиты в ущерб кредитам, выделяемым на развитие науки, занимают большую часть бюджетов всех стран. Она не верила в мир, держащийся на силе, и в политику вооружения, каковы бы ни были ее мотивы. Она считала, что цивилизованность страны определяется процентами бюджета, выделяемыми на народное образование. К сожалению, Франция никогда не была на высоте в этом отношении.

В своей маленькой книге о Пьере Кюри Мария Кюри писала:

«Как же вознаграждает ученых наше общество за их блестящий талант и громадные услуги, оказанные человечеству? Располагают ли эти служители научной мысли необходимыми средствами для работы? Обеспечены ли они материально? Пример Пьера Кюри и многих других показывает, что ничего этого нет и, чтобы завоевать возможность работать, надо сначала потратить молодость и силы в повседневных заботах.

Наше общество, где царствует жажда роскоши и богатства, не понимает ценности науки. Оно не представляет себе, что наука — часть его самого драгоценного духовного достояния; общество не дает себе полного отчета в том, что наука является основой всякого прогресса, облегчающего жизнь человечества и уменьшающего его страдания...

Пусть эта истина распространится и глубоко проникнет в общественное сознание, чтобы будущее было менее суровым для пионеров науки, разрабатывающих новые области знания на благо всего человечества».

Как и Пьер Кюри, она верила, что наука в состоянии разрешить сложные проблемы, стоящие перед человечеством, и привести его к более счастливой жизни. Применение достижений науки для разрушения казалось ей кощунством. Никакие политические соображения не могли бы оправдать в ее глазах применение атомной бомбы.

Став настоящей француженкой, моя мать все же павсегда сохранила большую любовь к Польше. И в этом не было никакого противоречия: французский и польский народы всегда питали симпатии друг к другу.

Она сохраняла, насколько это было возможно, тесную связь со своей семьей: с братом Юзефом Склодовским, сестрой Броней Длуской (оба они стали врачами), с сестрой Еленой Шалай (ставшей директором школы). Но самолет еще не был распространенным видом транспорта; поездки из Франции в Польшу были долгими, утомительными, дорогостоящими и потому не частыми. У меня остались очень приятные воспоминания о каникулах 1910 г., проведенных с моей тетей Шалай и ее дочерью Ганей на берегу моря, около Руана, и о каникулах 1911 г., проведенных в Польше, в Закопане, у моей тети Длуской. После войны 1914—1918 гг. мать несколько раз ездила в Польшу. Тетя Длуская не раз приезжала во Францию, и ее приезды были большой радостью для моей матери. Зная, как бы хотела мать видеть развитие применения радио в Польше, тетя занялась сбором средств для постройки в Варшаве Института радио. Институт предназначался для научных и медицинских исследований. Чтобы осуществить этот проект, ей пришлось проявить весь свой организаторский талант. И в 1932 г. моя мать с радостью встретила открытие этого Института. К счастью, эта лаборатория — результат столь-

ких усилий — не пострадала во время войны, но мемуары и фотографии, относящиеся к семье Склодовских и жизни Пьера и Марии Кюри, из которых тетя составила небольшой музей, исчезли, очевидно, погибли.

Марии Кюри помогала еще одна приятельница, миссис В. Б. Мелони, американская журналистка, директор одного крупного журнала. В 1920 г. она впервые приехала, чтобы увидеть Марию Кюри. Узнав, что у матери недостаточно радио для исследований, она решила организовать среди американских женщин подписку и подарить ей один грамм радио. Позднее она организовала новую подписку для покупки второго грамма радио для Варшавского Института радио. В 1921 и 1929 гг. моя мать ездила в Соединенные Штаты, чтобы получить эти подарки. Ее встречали там с энтузиазмом, который очень тронул ее, но, к сожалению, крайне утомил. Особенно трогало ее, как мне кажется, дружеское восхищение, с которым относились к ней миссис Мелони. Достаточно было узнать эту женщину, ее бескорыстие и энтузиазм, чтобы понять, что она руководствовалась отнюдь не соображениями саморекламы, когда организовывала такие шумные предприятия, как эти два путешествия. Это было бескорыстное стремление помочь Марии Кюри в ее работе и «прославить науку». Моя мать впоследствии сохранила самые дружеские отношения с миссис Мелони, но, естественно, еще более длительные и более дорогие, чем в Польшу, путешествия в Америку ограничивали возможность встреч.

Лучшее, чем я могу закончить эту статью, — это, как мне кажется, привести несколько отрывков из выступления Марии Кюри в Комиссии интеллигентского сотрудничества в мае 1933 г. за год до смерти. Она говорила о будущем культуры. Можно видеть, как до последнего года жизни в ней горели любознательность, дух исканий и вкус к риску, легшие в основу всей ее жизни.

«... Я из тех, кто считает, что в науке заложена великая красота. Ученый в своей лаборатории — не только служитель техники, это также ребенок, стоящий перед лицом явлений природы, которые увлекают его, как волшебная сказка. У нас должна быть возможность поделиться этим чувством с другими. Мы не должны дать повода считать, что все научные достижения сводятся к механизмам, машинам, установкам, в которых, однако, есть своя красота...

... Я не верю также, что дух искания может исчезнуть в нашем мире. Если я вижу вокруг себя что-то живое, то это, безусловно, неискоренимый дух исканий и любознательности. Я склонна считать его одним из первых инстинктов человечества. Без него не могло бы существовать человечество, точно так же как не мог бы выжить человек, совершенно лишенный памяти. Любознательность и дух исканий, конечно, не иссякли. Что можно сказать о тех, кто садится в самолет, чтобы пересечь Атлантику? Немало и других примеров, и если я их не привожу, то только из-за недостатка времени. Дух искания есть в детях всех возрастов и характеров.... Что же касается недостатка целей исканий — я не пессимистка. Иметь цель исканий, я думаю, свойственно каждому, кто здоров физически и умственно. Я думаю, это не исчезнет до тех пор, пока род человеческий будет способен противостоять физическому вырождению. Нужно, конечно, направлять искания и ставить достойные цели, иначе можно прийти и к гибельным последствиям.

Третья группа вопросов касается будущего цивилизации и культуры. Трудно предвидеть будущее. Как говорили многие из нас, можно формулировать желания, предлагать решения, искать осуществления мечты, но нельзя сказать, каковы будут результаты; мы, как и все, не властны над природными бедствиями, которые могут разрушить все, чего мы достигли».

Теперь мы знаем, что не природные бедствия представляют главную опасность для будущего цивилизации. Лишь изобретения человека, исполь-

зусимые для войны, могут не только уничтожить культуру, но и истребить человеческий род. Пьер Кюри предчувствовал опасности, угрожающие нам сейчас. В 1903 г., получая Нобелевскую премию, он закончил свое выступление такими словами:

«Нетрудно предвидеть, что в преступных руках радий может сделаться крайне опасным и вот возникает вопрос, действительно ли полезно для человечества знать тайны природы и действительно ли оно достаточно созрело для того, чтобы их правильно использовать. Не будет ли пагубным это знание? Характерен пример Нобелевских открытий. Мощные взрывчатые вещества позволяют людям проводить изумительные работы. Но они являются также и ужасным средством разрушения в руках крупных преступников, втягивающих народы в войну. Я принадлежу к числу тех, кто вместе с Нобелем верит, что человечество извлечет из этих открытий большие пользы, чем зла».

Эти слова, поражающие нас удивительной прозорливостью ума, соединенной с оптимизмом, выражают в равной степени и мысли Марии Кюри, которая придавала им такое большое значение, что поместила их на первой странице маленькой биографии Пьера Кюри, написанной ею. Я думаю, что если бы она была жива сейчас, она сохранила бы веру в человечество и боролась против опасности, которую в наших силах предотвратить.

Исследовательской работой, созданием крупного научно-исследовательского учреждения, формированием многочисленных кадров французских и иностранных исследователей, давших в свою очередь многих учеников, преподаванием на Факультете наук, укреплением международных научных связей Мария Склодовская-Кюри всю жизнь способствовала развитию науки о радиоактивности. Надеюсь, что я сумела дать представление о всем разнообразии совершенного ею с искренней верой в красоту и социальную роль Науки.

Перевод с французского Л. В. Ледневой

В. И. АНТРОПОВА

### О РАБОТАХ ФУРЬЕ, ОСТРОГРАДСКОГО И ПУАССОНА ПО ТЕПЛОПРОВОДНОСТИ В ЖИДКОСТЯХ

В первой трети XIX в. появился ряд работ, принадлежащих Фурье, Лапласу, Пуассону, Остроградскому, Ламе, Дюамелю, в которых были заложены основы теории теплопроводности в твердых телах. Среди этих работ первое место занимает «Аналитическая теория тепла» Фурье (1822).

Фурье первый поставил проблему распространения теплоты в жидкостях. В мемуаре, доложенном Парижской Академии наук в 1820 г. (опубликован лишь после смерти автора, в 1833 г.)<sup>1</sup>, он впервые говорит о необходимости пополнения системы гидродинамических уравнений Эйлера уравнением теплопроводности.

Установление дифференциальной зависимости между температурой различных участков жидкости и другими величинами, определяющими закон движения этих участков (скоростью, давлением и плотностью), Фурье считал задачей очень трудной, однако разрешимой. «Фурье, — пишет М. В. Остроградский в мемуаре «Об уравнении, относящемся к распространению теплоты внутри жидкостей», — считал весьма трудным вывод уравнения распространения теплоты в жидких массах, и я слышал от него, что когда он дошел в этом выводе до конца, он предложил его, как бы в виде вызова, Лапласу и Пуассону»<sup>2</sup>.

В сочинении 1820 г. Фурье присоединил к гидродинамическим уравнениям Эйлера следующее дифференциальное уравнение распространения тепла:

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{K}{C} \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right) - \left[ \frac{\partial}{\partial x} (v_x \theta) + \frac{\partial}{\partial y} (v_y \theta) + \frac{\partial}{\partial z} (v_z \theta) \right], \quad (1)$$

где  $\theta$  — температура в произвольной точке жидкости;  $v_x$ ,  $v_y$ ,  $v_z$  — проекции скорости  $v$  в той же точке на неподвижные оси координат,  $K$  — коэф-

$$v_x = \frac{dx}{dt}, \quad v_y = \frac{dy}{dt}, \quad v_z = \frac{dz}{dt};$$

<sup>1</sup> J. B. Fourier. Mémoire d'analyse sur le mouvement de la chaleur dans les fluides. Lû à l'Académie des Sciences le 4 septembre 1820. «Mém. de l'Acad. des Sci. de l'Inst. de France», t. II, Paris, 1833; см. также J. B. Fourier. Oeuvres, t. II. Paris, 1890.

<sup>2</sup> M. Ostrogradsky. Sur l'équation relative à la propagation de la chaleur dans l'intérieur des liquides. «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. I, St.-P., 1838, стр. 355.

фициент теплопроводности;  $C$  — удельная теплоемкость жидкости, отнесенная к единице объема;  $K$  и  $C$  — коэффициенты, предполагаемые Фурье постоянными.

Относительно вывода последнего дифференциального уравнения Фурье в своем мемуаре привел лишь общие соображения. Подробный математический вывод уравнения содержится в его рукописи, опубликованной одновременно с мемуаром в 1833 г. и до этого года никому неизвестной<sup>3</sup>.

О выводе Фурье Остроградский говорит: «Приходится сознаться, что анализ Фурье очень неясен, и если бы не его славное имя и не его многочисленные работы по теплоте, я готов был бы признать этот анализ неверным. Нужно, однако, сказать, что этот мемуар появился после его смерти, и, без сомнения, он придал бы ему всю необходимую точность и ясность, если бы мог опубликовать его сам»<sup>4</sup>.

Действительно, опубликованная в 1833 г. рукопись Фурье не была законченной. В некоторых пунктах вывода уравнения теплопроводности в жидкостях здесь можно усмотреть противоречие, хотя в других пунктах вывод отличается присущей сочинениям Фурье ясностью.

Общие соображения Фурье относительно вывода уравнения теплопроводности в жидкостях таковы. Выделив внутри массы жидкости бесконечно малый параллелепипед, Фурье составляет для него тепловой баланс. Причиной изменения количества тепла в выделенном объеме жидкости Фурье считает, во-первых, то свойство жидкости, присущее и другим видам материи, благодаря которому в неравномерно нагретой жидкости частицы, имеющие большую температуру, отдают соприкасающимся с ними частицам с меньшей температурой такую часть своего тепла, которая выравнивает температуры этих частиц; во-вторых, тепло в выделенном объеме изменяется благодаря перемещению частиц жидкости, вносящих в него или уносящих из него свое тепло; это изменение, говорит Фурье, зависит только от скорости перемещения частиц и направления их движения.

Изменение количества тепла в выделенном объеме жидкости благодаря первой причине Фурье подсчитывает так же, как это было сделано им ранее для твердых тел. Он предполагает, что количество тепла  $dQ_1$ , проходящее через элементарную площадку  $ds$  внутри объема за время  $dt$ , прямо пропорционально изменению температуры  $Q$  по нормали  $n$  к площадке, величине площадки и времени, т. е.

$$dQ_1 = -K \frac{\partial \theta}{\partial n} ds dt,$$

где  $K$  — множитель пропорциональности (коэффициент теплопроводности); знак — указывает на направление теплового потока (от точек с большей температурой к точкам с меньшей температурой).

Подсчет притока тепла благодаря второй причине основывается на предположении, что если через площадку  $ds$  в направлении нормали к ней перемещается жидкость с температурой  $\theta'$  и скоростью  $\alpha$  и, следовательно, в единицу времени через площадку  $ds$  протекает масса жидкости, равная  $\alpha ds$ , то эта масса за время  $dt$  перенесет через площадку количество тепла, равное  $dQ_2 = C \alpha \theta ds dt$ , где  $C$  — удельная теплоемкость жидкости, отнесенная к единице ее объема. Количество тепла, содержащееся в некоторой массе при  $0^\circ$  (температура тающего льда), или, как мы теперь говорим, внутреннюю энергию такой массы, Фурье считает постоянной.

<sup>3</sup> J. B. Fourier. Extrait des notes manuscrites conservées par l'auteur. «Mém. de l'Acad. des Sci. de l'Inst. de France», t. II, Paris, 1833. См. также J. B. Fourier. Œuvres, t. II.

<sup>4</sup> M. Ostrogradsky. Sur l'équation relative ..., стр. 355.

Таким образом, в результате действия обеих причин общее количество тепла, проходящее через площадку  $ds$  в направлении нормали к ней, за время  $dt$  у Фурье равно

$$dQ = \left( -K \frac{\partial \theta}{\partial n} + C \alpha \theta \right) ds dt.$$

Фурье применяет только что названные предположения к граням элементарного жидкого параллелепипеда с объемом  $dx dy dz$  и для притока тепла (разности между количеством тепла, входящим через какую-либо грань и выходящим через противоположную) за время  $dt$  в направлении оси  $x$  находит выражение

$$\left[ K \frac{\partial \theta}{\partial x^2} - C \frac{\partial (v_x \theta)}{\partial x} \right] dx dy dz,$$

где коэффициенты  $K$  и  $C$  предполагаются постоянными. Аналогичные выражения Фурье получает для притока тепла и в направлении осей  $y$  и  $z$ . Он находит, что общее приращение количества тепла в выделенном объеме жидкости за время  $dt$  представляется выражением

$$\left\{ K \left( \frac{\partial \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial \theta}{\partial z^2} \right) - C \left[ \frac{\partial (v_x \theta)}{\partial x} + \frac{\partial (v_y \theta)}{\partial y} + \frac{\partial (v_z \theta)}{\partial z} \right] \right\} dx dy dz dt.$$

Ту же самую величину Фурье подсчитывает затем другим путем, полагая, что количество тепла, которое необходимо сообщить бесконечно малому объему в течение времени  $dt$ , чтобы повысить его температуру  $\theta$  на некоторую величину  $\frac{\partial \theta}{\partial t} dt$ , равно

$$C \frac{\partial \theta}{\partial t} dx dy dz dt,$$

где  $C$  — теплоемкость единицы объема.

Приравнивая оба выражения, полученные для количества тепла, поглощенного в процессе теплопроводности бесконечно малым объемом за время  $dt$ , Фурье и получает свое уравнение теплопроводности.

Из уравнения (1) Фурье выводит далее уравнение теплопроводности для несжимаемых жидкостей. Для таких жидкостей, как известно, справедливо уравнение<sup>5</sup>:

$$\frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} = 0. \quad (2)$$

Поэтому уравнение (1) превращается в уравнение

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + v_x \frac{\partial \theta}{\partial x} + v_y \frac{\partial \theta}{\partial y} + v_z \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{K}{C} \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right). \quad (3)$$

Несколько в выводе Фурье заключается в следующем. На первый взгляд кажется, что к уравнениям гидродинамики Фурье присоединил уравнение теплопроводности (1), более общее, чем уравнение (3), справедливое только для несжимаемых жидкостей. На самом же деле предположение Фурье о том, что теплоемкость  $C$ , отнесенная к единице объема жидкости, является постоянной величиной (правда, он говорит и об ее изменении, но изменении настолько незначительном, что им можно пренебречь), тотчас же превращает уравнение (1) в уравнение (3).

<sup>5</sup> Уравнение (2) получается как следствие из так называемого уравнения непрерывности:  $\frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial (\rho v_x)}{\partial x} + \frac{\partial (\rho v_y)}{\partial y} + \frac{\partial (\rho v_z)}{\partial z} = 0$ , выводящегося на основе сохранения массы жидкости во время движения и входящего в основные гидродинамические уравнения;  $\rho(x, y, z, t)$  — плотность жидкости в точке  $(x, y, z)$  во время  $t$ . Для случая несжимаемой жидкости полная производная плотности равна нулю, и уравнение непрерывности превращается в уравнение (2).

В самом деле, если мы обозначим теплоемкость, отнесенную к единице массы, через  $C_1$ , то тогда теплоемкость Фурье  $C$  равна  $\rho C_1$ . Из предположения Фурье, что  $C$  — постоянная величина, следует, что и  $\rho C_1$  постоянно. Итак, вывод Фурье предполагает постоянство произведения удельной теплоемкости  $C_1$  и плотности  $\rho$  при движении жидкости, откуда, в свою очередь, следует, что и плотность  $\rho$  и удельная теплоемкость  $C_1$  должны быть постоянными (при первоначальных  $\rho$  и  $C_1$  не существует экспериментально подтвержденный закон, предложенный Фурье:  $\rho C_1$  — постоянно в движущейся, неравномерно нагретой жидкости). Следовательно, полная производная плотности  $\frac{d\rho}{dt}$  равна нулю, уравнение непрерывности превращается в условие (2) несжимаемости жидкости, слагаемое  $0 \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right)$  в уравнении (1) обращается в нуль и, наконец, само уравнение (1) превращается в уравнение (3).

Таким образом, Фурье вывел фактически уравнение теплопроводности для несжимаемых жидкостей, хотя вид его уравнения (1) вводит в некоторое заблуждение. Сам Фурье во многих местах упомянутой выше рукописи говорит, что он будет иметь дело с несжимаемыми жидкостями. Однако под несжимаемой он понимает жидкость, изменение объема или плотности которой зависит только от температуры. В работе Фурье предполагается, что давление не изменяет объема жидкости. Чтобы замкнуть систему общих гидродинамических уравнений, наряду с уравнением (1) Фурье включает в нее уравнение, выражающее линейную зависимость плотности жидкости от температуры; давление в последнее уравнение не входит. Таким путем для шести неизвестных (трех составляющих скорости частицы жидкости, давления, плотности и температуры) Фурье получает систему из шести уравнений (трех уравнений движения невязкой жидкости, уравнения неразрывности, уравнения теплопроводности и уравнения, выражающего линейную зависимость плотности от температуры).

Как известно, в гидромеханике понятие жидкости охватывает собой и газы. Фурье в рассматриваемой работе делает оговорку, что его результаты к газам не применимы. «Мы, — пишет он, — рассмотрели главным образом жидкости, которые были названы несжимаемыми. Те же принципы применяются и к воздухообразным жидкостям, хотя форма уравнений получается иная; но что касается этого последнего рода тел, то мы полагаем, что для полного исследования общих уравнений нужно было бы опереться на ряд наблюдений, которыми мы еще не располагаем»<sup>6</sup>.

Хотя в выводе Фурье уравнения (1) содержит противоречие, само уравнение все-таки имеет физический смысл. В нем Фурье пытался отразить тот факт, что часть тепла, подводимого к объему жидкости процессом теплопроводности, тратится не только на повышение температуры этого объема, но и на изменение величины объема при неизменной температуре. При этом, как уже было отмечено, неявно предполагается, что давление не влияет на изменение объема. Расход тепла на изменение объема в уравнении Фурье выражается членом

$$C_0 \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right).$$

Если употребить современную терминологию, то можно сказать, что Фурье получил свое уравнение (1) в предположении, что количество тепла, подводимое к элементарному объему невязкой жидкости процессом теплопроводности, целиком расходуется на изменение внутренней энергии этого объема; последняя рассматривается при этом как функция температуры

<sup>6</sup> J. B. Fourier. Oeuvres, t. II, стр. 597.

и объема. Чтобы получить уравнение Фурье, в современной формуле

$$dQ = dE + pdV$$

( $dQ$  — подводимое к элементарному объему тепло;  $E$  — внутренняя энергия объема;  $p$  — давление;  $V$  — объем) следует пренебречь членом  $pdV$  и считать  $E = E(T, V)$ , где  $T$  — температура. Об этом мы еще будем говорить далее, в связи с уравнением М. В. Остроградского, которое было выведено при том же предположении относительно давления, что и у Фурье.

Еще до опубликования работ Фурье, о которых только что шла речь, в печати появились первые решения поставленной им проблемы о теплопроводности в жидкостях. Эти решения, появившиеся одновременно, принадлежали Остроградскому и Пуассону.

Исследования М. В. Остроградского о распространении теплоты в жидкостях были изложены в его кратком сообщении Петербургской Академии наук, опубликованном в «Научном бюллетене» за 1829 г.<sup>7</sup>, и в мемуаре «Об уравнении, относящемся к распространению теплоты внутри жидкостей», дополненном Академии в 1836 г.<sup>8</sup>

На заседании Петербургской Академии наук 23 сентября 1829 г. М. В. Остроградский доложил, что он как будто нашел уравнение распространения теплоты в жидкостях, хотя не совсем уверен в том, что учел все обстоятельства этого распространения. Он имел в виду следующее уравнение:

$$\begin{aligned} \frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial v_x}{\partial x} v_x + \frac{\partial v_y}{\partial y} v_y + \frac{\partial v_z}{\partial z} v_z = \\ = \frac{1}{C\rho} \left[ \frac{\partial \left( k \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left( K \frac{\partial \theta}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left( K \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)}{\partial z} \right], \end{aligned} \quad (4)$$

где  $C$  — теплоемкость единицы массы,  $\rho$  — плотность жидкости, предполагаемые постоянными.

Это было самое первое опубликованное уравнение относительно распространения теплоты в жидкостях. Уравнение и соображения относительно его вывода отражены в опубликованном протоколе указанного заседания Академии<sup>9</sup>.

«Я думаю, — говорил тогда Остроградский, — что так как внутреннее излучение в жидкостях (по концепции Фурье, которой придерживается Остроградский), теплота от частички к частичке какой-либо массы распространяется путем лучеиспускания. — Аст.) распространяется только на незначительные расстояния, как в твердых телах, то величину тепла, получаемого частицей внутри жидкости от всех соседних частиц, можно вычислить с помощью анализа, аналогичного тому, который служит для нахождения той же самой величины в твердых телах; однако при этом в дифференциале  $\frac{dv}{dt}$  относительно времени ( $v$  у Остроградского обозначает температуру. — Аст.) координаты  $x, y, z$  следует рассматривать как функции времени и следует принять во внимание их изменение. Можно пренебречь дифференциалами  $\frac{dx}{dt}, \frac{dy}{dt}, \frac{dz}{dt}$  (т. е. составляющими скорости частицы по осям координат. —

<sup>7</sup> «Bull. Scient.» publ. en «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. I, liv. 1 (1830), St.-P., 1831, стр. I—II.

<sup>8</sup> M. Ostrogradsky. Sur l'équation relative à la propagation de la chaleur dans l'intérieur des liquides. Lû le 8 avril 1836, «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. I, St.-P., 1838. [Сообщение об указанной работе см. «Bull. Scient.», t. I, № 4, St.-P., 1837, стр. 25—26].

<sup>9</sup> «Bull. Scient.» publ. en «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. I, liv. 1 (1830), St.-P., 1831, стр. I—II.

Лет.) для твердых тел, для которых они в самом деле очень малы, но их необходимо сохранить в случае жидкостей, а также в случае твердых тел, когда хотят принять во внимание перемещение их молекул под действием тепла»<sup>10</sup>.

Итак, вывод Остроградского очень прост: для получения уравнения теплопроводности в жидкостях следует лишь в уже известном уравнении для твердых тел

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{1}{C_p} \left[ \frac{\partial (K \frac{\partial \theta}{\partial x})}{\partial x} + \frac{\partial (K \frac{\partial \theta}{\partial y})}{\partial y} + \frac{\partial (K \frac{\partial \theta}{\partial z})}{\partial z} \right]$$

заменить частную производную  $\frac{\partial \theta}{\partial t}$ , характеризующую собой изменение температуры  $\theta$  материальной частицы только во времени, полной производной:

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial \theta}{\partial x} v_x + \frac{\partial \theta}{\partial y} v_y + \frac{\partial \theta}{\partial z} v_z,$$

которая учитывает изменение температуры частицы в зависимости и от времени и от скорости  $v$  перемещения частицы.

Уравнение (4) Остроградского совпадает с уравнением (3) Фурье, т. е. является уравнением теплопроводности для несжимаемых жидкостей. Однако в своем сообщении 1829 г. Остроградский не делает оговорки, что полученное им уравнение применимо лишь для несжимаемых жидкостей; по-видимому, тогда он еще этого не заметил.

В том же 1829 г., когда Остроградский вывел свое уравнение, высказал свою точку зрения на распространение тепла в жидкостях и Пуассон.

В «Мемуаре об общих уравнениях равновесия и движения упругих твердых тел и жидкостей»<sup>11</sup> Пуассон, как и Фурье, и, очевидно, под влиянием последнего, включает в систему дифференциальных уравнений несжимаемых жидкостей уравнение теплопроводности. Он полагает, что последнее для несжимаемых жидкостей имеет тот же вид, что и для твердых тел:

$$C \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial (C' \frac{\partial \theta}{\partial x})}{\partial x} + \frac{\partial (C' \frac{\partial \theta}{\partial y})}{\partial y} + \frac{\partial (C' \frac{\partial \theta}{\partial z})}{\partial z}, \quad (5)$$

где  $C$  — теплоемкость единицы объема;  $C'$  — коэффициент теплопроводности.

В 1833 г., после появления в печати уравнения теплопроводности в жидкостях М. В. Остроградского, Пуассон в новом издании своего «Трактата по механике» присоединяет к общим гидродинамическим уравнениям уравнение теплопроводности вида (4), выводя его точно так же, как это делал Остроградский (имени Остроградского Пуассон при этом не упоминает)<sup>12</sup>.

В мемуаре «Об уравнении, относящемся к распространению теплоты внутри жидкостей» Остроградский считает свое уравнение теплопроводности 1829 г. и тем более уравнение Пуассона (5) неточными уравнениями, основанными на недопустимом, по его мнению, предположении о несжимаемости жидкости; изменение температуры частиц жидкости, говорит он, обязательно повлечет за собой изменение объема жидкости. Здесь Остроградский выводит уравнение теплопроводности в жидкостях, не накладывая никаких ограничений на изменение удельной теплоемкости единицы объема жидкости и коэффи-

<sup>10</sup> «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. I, liv. 1 (1830), St.-P., 1831, стр. I—II.

<sup>11</sup> S. D. Poisson. Mémoire sur les équations générales de l'équilibre et du mouvement des corps solides élastiques et des fluides. Lû à l'Acad. des Sci. le 12 octobre 1829.—«Journ. de l'Ecole Polytechn.», t. XIII, liv. XX. Paris, 1831.

<sup>12</sup> S. D. Poisson. Traité de mécanique, t. II, 2 éd., Paris, 1833, стр. 677.

циента теплопроводности, ио, конечно, подразумевается, что эти величины изменяются непрерывным образом.

Условия, наложенные на давление, у Остроградского, как и у Фурье, высказывались очень нечетко. В конце своей работы Остроградский мимоходом говорит, что изменение объема зависит не только от температуры, но и от давления, и приводит выражение

$$d\omega = (Pd\theta - Qdp)\omega,$$

где  $\omega$  — элементарный объем,  $\theta$  — температура,  $p$  — давление в элементарной частице. Коэффициенты  $P$  и  $Q$  он не уточняет. Здесь же Остроградский замечает, что изменением объема под действием давления можно пренебречь, так как «проистекающая отсюда погрешность очень мала и ее совершают также в обыкновенной теории движения жидкостей»<sup>13</sup>.

Только сравнение уравнения теплопроводности М. В. Остроградского, относящегося к 1836 г., с современным уравнением теплопроводности в невязкой жидкости показывает, что уравнение Остроградского не учитывает работу давления в процессе теплопроводности, т. е. так же как у Фурье, в формуле

$$dQ = dE + pdV,$$

член  $pdV$  в процессе теплопроводности считается ничтожно малым<sup>14</sup>. Иначе говоря, при выводе своего уравнения Остроградский считает жидкость несжимаемой по отношению к давлению. При таком предположении подводимое к объему жидкости количество тепла целиком тратится на изменение внутренней энергии объема. Такое предположение допускается и в современных курсах гидромеханики в том случае, когда скорости частиц жидкости меньше скорости звука. Тогда в процессе теплопроводности давление в жидкости изменяется незначительно и можно пренебречь вызываемым им изменением объема или плотности<sup>15</sup>.

При указанном предположении относительно давления М. В. Остроградский выводит свое уравнение теплопроводности в жидкости вполне строго.

«Но мемуар М. В., о котором идет речь,— говорил В. А. Стеклов о рассматриваемом сочинении Остроградского,— замечателен не только по своему результату, а и по тому методу, который он предложил для решения вопроса, и на это обстоятельство я хотел бы в заключение обратить особое внимание.

Вместо того, чтобы рассматривать элементарные параллелепипеды, как это практикуется и до сих пор многими французскими математиками, Остроградский выделяет из тела некоторый произвольный объем и составляет интегральное уравнение, характеризующее особенность явления для этого объема. Замечая затем, что это уравнение должно быть справедливо для какого угодно объема, выделенного из тела, он приравнивает нуль подынтегральную функцию и получает, таким образом, искомый результат. Это самый изящный, строгий и простой метод, который вошел теперь в употребление после исследований Неймана и Кирхгофа. Мы можем теперь утверждать, что идея применения этого приема к вопросам, подобным рассматриваемому, принадлежит М. В. Остроградскому»<sup>16</sup>.

<sup>13</sup> «Mém. de l'Acad. des Sci.», sér. VI, Sci. math., phys. et nat., t. III, part. I, St.-P., 1838, стр. 357.

<sup>14</sup> На отсутствие члена, связанного с работой давления, в уравнении теплопроводности Остроградского указал академик В. И. Смирнов.

<sup>15</sup> См. Л. Д. Ландау и Е. М. Лифшиц. Механика сплошных сред. М., 1953.

§ 50. Теплопроводность в несжимаемой жидкости.

<sup>16</sup> В. А. Стеклов. О работах М. В. Остроградского в области математической физики. П. Трипольский. М. В. Остроградский. Празднование столетия со дня его рождения. Полтава, 1902, стр. 126.

На основании предположения, что через элементарную площадку  $ds$  поверхности  $s$  произвольно выделенного объема  $V$  жидкости за время  $dt$  в результате теплопроводности внутрь объема проходит количество тепла, представляемое выражением

$$K \left( \frac{\partial \theta}{\partial x} \cos \lambda + \frac{\partial \theta}{\partial y} \cos \mu + \frac{\partial \theta}{\partial z} \cos \nu \right) ds dt$$

или

$$K \frac{\partial \theta}{\partial n} ds dt,$$

где  $\theta$  — температура,  $K$  — коэффициент теплопроводности;  $\lambda, \mu, \nu$  — углы, образованные внешней нормалью к поверхности с осями координат. Остроградский находит, что весь объем за время  $dt$  получает количество тепла, равное интегралу, взятому по всей поверхности объема от только что написанного выражения, т. е. равное

$$\iint_s \left( K \frac{\partial \theta}{\partial x} \cos \lambda + \frac{\partial \theta}{\partial y} \cos \mu + \frac{\partial \theta}{\partial z} \cos \nu \right) ds dt.$$

Преобразуя затем этот поверхностный интеграл в тройной по объему  $V$  по своей интегральной формуле, Остроградский получает для притока тепла в объем окончательное выражение

$$\iiint_V \left[ \frac{\partial \left( K \frac{\partial \theta}{\partial x} \right)}{\partial x} + \frac{\partial \left( K \frac{\partial \theta}{\partial y} \right)}{\partial y} + \frac{\partial \left( K \frac{\partial \theta}{\partial z} \right)}{\partial z} \right] d\tau dt, \quad (6)$$

где  $d\tau$  — элементарный объем.

Чтобы составить тепловой баланс, Остроградский подсчитывает количество тепла, приобретенное выделенным объемом жидкости за время  $dt$ , другим путем.

Он находит разность, как мы теперь говорим, между внутренней энергией выделенного объема  $V$  жидкости к концу некоторого времени, когда температура точек объема достигла некоторой величины, изображаемой функцией  $\theta(x, y, z, t)$  и той же энергией при нулевой температуре; последняя считается постоянной. Упомянутая разность, говорит Остроградский, выражается тройным интегралом  $\iiint_V k\theta d\tau$ , где  $k$  — теплоемкость единицы объема. Если мы возьмем, говорит он далее, полный дифференциал этого интеграла:  $d\iiint_V k\theta d\tau$  (имеется в виду, что при дифференцировании интеграла независимые переменные  $x, y, z$  являются функциями параметра  $t$ ), то он и будет искомым приростом количества тепла, который можно приравнять затем найденному выше выражению того же прироста.

При нахождении дифференциала  $d\iiint_V k\theta d\tau$ , где  $k$  и  $\theta$  являются функциями  $x, y, z$  и  $t$ , Остроградский переставляет знаки дифференциала и интеграла, ссылаясь на правила вариационного исчисления; подынтегральные величины при этом молчаливо предполагаются непрерывными.

Дифференциал  $d(k\theta d\tau)$  Остроградский разбивает на два слагаемых

$$d(k\theta) d\tau \text{ и } k\theta d(d\tau),$$

которые вычисляют каждое в отдельности. Дифференциал  $d(k\theta)$  находится по правилу дифференцирования сложной функции ( $k$  и  $\theta$  зависят от  $x, y, z$ ,

$z, t$ , причем  $x, y, z$  зависят от  $t$ ):

$$d(k\theta) = \left[ \frac{\partial(k\theta)}{\partial t} + \frac{\partial(k\theta)}{\partial x} v_x + \frac{\partial(k\theta)}{\partial y} v_y + \frac{\partial(k\theta)}{\partial z} v_z \right] dt,$$

где  $v_x = \frac{dx}{dt}$ ,  $v_y = \frac{dy}{dt}$ ,  $v_z = \frac{dz}{dt}$ . Дифференциал  $d(d\tau)$  вводится как уже известное выражение

$$d(d\tau) = \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right) d\tau dt^{17}.$$

Таким образом, Остроградский получает:

$$d(k\theta d\tau) = \left[ \frac{\partial(k\theta)}{\partial t} + \frac{\partial(k\theta v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(k\theta v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(k\theta v_z)}{\partial z} \right] d\tau dt.$$

Следовательно,

$$\iiint_V d(k\theta d\tau) = \iiint_V \left[ \frac{\partial(k\theta)}{\partial t} + \frac{\partial(k\theta v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(k\theta v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(k\theta v_z)}{\partial z} \right] d\tau dt.$$

Приравнивая это выражение прироста количества тепла в объеме  $V$  найденному выше выражению (6), Остроградский получает свое уравнение теплопроводности в жидкостях:

$$\begin{aligned} \frac{\partial(k\theta)}{\partial t} + \frac{\partial(k\theta v_x)}{\partial x} + \frac{\partial(k\theta v_y)}{\partial y} + \frac{\partial(k\theta v_z)}{\partial z} = \\ = \frac{\partial(K \frac{\partial \theta}{\partial x})}{\partial x} + \frac{\partial(K \frac{\partial \theta}{\partial y})}{\partial y} + \frac{\partial(K \frac{\partial \theta}{\partial z})}{\partial z}, \end{aligned} \quad (7)$$

из которого при частных предположениях относительно коэффициентов  $k$  и  $K$  получается уравнение (1) Фурье и уравнение (3) 1829 г. самого Остроградского, а в случае, когда жидкость предполагается несжимаемой, удельная теплоемкость  $k$  постоянной и скорости частиц жидкости настолько малы, что ими можно пренебречь, получается уравнение (5) Пуассона, вернее уравнение Фурье для твердых тел.

Уравнение (7) М. В. Остроградского можно представить в несколько ином виде. Учитывая, что, например, член

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + \frac{\partial \theta}{\partial x} v_x + \frac{\partial \theta}{\partial y} v_y + \frac{\partial \theta}{\partial z} v_z$$

левой части уравнения является полной производной функции  $\theta [x(t), y(t), z(t), t]$  по времени  $t$ , правая часть — дивергенцией от градиента температуры ( $\Delta \theta$ ), умноженного на коэффициент теплопроводности  $K$ , уравнение (7) можно записать следующим образом:

$$k \frac{d\theta}{dt} + \theta \frac{dk}{dt} + k\theta \operatorname{div} \vec{v} = \operatorname{div}(K \nabla \theta). \quad (7')$$

Из последней формы уравнения теплопроводности М. В. Остроградского ясно видно, на что тратится тепло, полученное единицей объема жидкости в результате процесса теплопроводности.

<sup>17</sup> Подробный вывод дифференциала  $d(d\tau)$ , т. е. главного приращения элементарного объема  $d\tau$ , до М. В. Остроградского можно найти, например, в «Traité de mécanique» Пуассона (Paris, 1833, стр. 669 и сл.).

Первый член левой части уравнения (7) представляет собой часть количества тепла, потраченную на повышение температуры объема при неизменной величине его; второй и третий члены левой части—оставшуюся часть количества тепла, затраченную на расширение рассматриваемой единицы объема, и связанное с этим изменение его теплоемкости.

М. В. Остроградский рассматривает свое уравнение теплопроводности в жидкостях изолировано от общих уравнений гидродинамики. Если же рассматривать это уравнение совместно с уравнениями гидродинамики, то необходимо учесть уравнение неразрывности:

$$\frac{d\rho}{dt} + \rho \operatorname{div} \vec{v} = 0,$$

которому удовлетворяет плотность  $\rho$  жидкости, изменяющаяся под влиянием температуры. Тогда уравнение М. В. Остроградского принимает современный вид.

Заменив в уравнении (7') теплоемкость  $k$  ее выражением через теплоемкость  $C$ , относенную к единице массы ( $k = C\rho$ ), и приняв во внимание уравнение неразрывности, получим:

$$\rho \frac{d(C\rho)}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla\theta). \quad (8)$$

В таком виде уравнение М. В. Остроградского, относящееся к 1836 г., существенно отличается от уравнения

$$C\rho \frac{d\theta}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla\theta),$$

полученного им в 1829 г., а именно тем, что плотность  $\rho$  в нем рассматривается как функция температуры и удовлетворяет общему уравнению неразрывности, в то время как в последнем уравнении плотность является величиной постоянной.

Заметим, что уравнение (7) М. В. Остроградского и все другие рассмотренные здесь уравнения не изменяются, если температуру  $\theta$  заменить абсолютной температурой  $T$ : для вида этих уравнений безразлично, от какого нуля производится отсчет температуры, если только при этом нуле внутренняя энергия жидкости считается постоянной, как предполагается у Остроградского.

\* \* \*

Сравним уравнение теплопроводности (7) М. В. Остроградского с употребляющимися теперь уравнениями теплопроводности в жидкостях.

Возьмем для примера уравнение притока энергии, которое выводится на основе закона сохранения энергии для сжимаемой невязкой жидкости в курсе гидромеханики А. А. Фридмана<sup>18</sup>:

$$\epsilon = \rho C_v \frac{dT}{dt} - A \frac{p}{\rho} \frac{dp}{dt}, \quad (9)$$

где  $C_v$  — удельная теплоемкость при постоянном объеме;  $p$  — давление;  $\rho$  — плотность;  $T$  — абсолютная температура;  $A$  — термический эквивалент работы;  $\epsilon$  — тепловая мощность притока энергии. В частном случае, когда передача энергии совершается только путем теплопроводности,

$$\epsilon = \operatorname{div}(K\nabla T),$$

<sup>18</sup> А. А. Фридман. Опыт гидромеханики сжимаемой жидкости. Л.—М., 1934, стр. 191.

где  $K$  — коэффициент теплопроводности.

Таким образом, уравнение (9) в этом случае имеет вид:

$$\rho C_v \frac{dT}{dt} - A \frac{p}{\rho} \frac{dp}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla T). \quad (9')$$

Последнее уравнение от уравнения (8) М. В. Остроградского отличается членом  $-A \frac{p}{\rho} \frac{dp}{dt}$ , пропорциональным давлению в жидкости. Плотность  $\rho$  здесь рассматривается как функция температуры и давления, определяемого уравнением состояния жидкости. Далее, в уравнении (8) теплоемкость  $C$  можно считать не теплоемкостью  $C_v$ , при постоянном объеме, но скорее теплоемкостью  $C_p$  при постоянном давлении, так как объем в предположении Остроградского изменяется под действием температуры.

В вязкой жидкости на основе закона сохранения энергии получается следующее уравнение переноса тепла или притока энергии, записанное в тензорных обозначениях<sup>19</sup>:

$$\rho T \frac{ds}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla T) + \frac{\eta}{2} \left( \frac{\partial v_i}{\partial x_k} + \frac{\partial v_k}{\partial x_i} - \frac{2}{3} \delta_{ik} \frac{\partial v_l}{\partial x_l} \right)^2 + \zeta (\operatorname{div} \vec{v})^2, \quad (10)$$

где  $s$  — энтропия жидкости;  $\rho$  — перемещенная плотность жидкости;  $T$  — абсолютная температура;  $K$  — коэффициент теплопроводности;  $\vec{v}$  — вектор скорости элементарной частицы жидкости;  $v_i, v_k, v_l$  ( $i = 1, 2, 3; k = 1, 2, 3; l = 1, 2, 3$ ) — составляющие этого вектора по осям координат  $x, y, z$  (оси  $x, y, z$  здесь обозначены цифрами 1, 2, 3);  $x_i, x_k, x_l$  — другое обозначение координат  $x, y, z$ ;  $\delta_{ik} = 1$  при  $i = k$  и  $\delta_{ik} = 0$  при  $i \neq k$ ;  $\eta$  и  $\zeta$  — положительные коэффициенты вязкости.

Полный поток энергии здесь складывается из трех потоков, связанных, первый, с простым переносом массы жидкости при ее движении, второй, с процессами внутреннего трения (вязкости) в жидкости, и третий, с переносом тепла посредством теплопроводности в узком смысле слова, т. е. с переносом тепла путем взаимодействия материальных частиц, находящихся в непосредственном соприкосновении друг с другом и имеющих различную температуру.

Если бы при выводе уравнения переноса тепла не принималась во внимание вязкость жидкости, то вместо уравнения (10) получилось бы уравнение

$$\rho T \frac{ds}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla T). \quad (11)$$

Когда скорости частиц жидкости малы по сравнению со скоростью звука, будет мало и изменение давления в результате движения, т. е. давление можно считать постоянным. В этом случае изменением плотности жидкости в результате изменения давления можно пренебречь и из последнего уравнения получить следующее уравнение переноса тепла:

$$C_p \rho \frac{dT}{dt} = \operatorname{div}(K\nabla T), \quad (12)$$

так как в этом случае

$$T \frac{ds}{dt} = T \left( \frac{\partial s}{\partial T} \right) \frac{dT}{dt} = C_p \frac{dT}{dt}.$$

<sup>19</sup> Л. Д. Ландau и Е. М. Лишин. Механика сплошных сред. М., 1954, стр. 226—229.

Уравнение (8) М. В. Остроградского, если пренебречь в нем температурным изменением теплоемкости  $C$ , как обычно делается в настоящее время, и вынести ее за знак производной, будет эквивалентно современному уравнению (12).

\* \* \*

В уравнении (7) М. В. Остроградского не принимается во внимание работа давления и силы внутреннего трения в жидкости. В то время, когда это уравнение выводилось, было бы трудно произвести такой учет: в физике господствовало учение о теплете не как об энергии, а как об особого рода материи — теплороде; закон сохранения энергии в общем виде не был известен, хотя фактически уравнение теплопроводности выводилось на основе частного случая закона сохранения энергии — закона сохранения количества тепла.

Как известно, закон сохранения и превращения энергии в общей форме был установлен в 40-х годах XX в. работами Р. Майера, Джоуля, Г. Гесса и Гельмгольца.

Кирхгоф первый установил на основе закона сохранения энергии уравнение переноса тепла в вязкой жидкости. В его «Лекциях по теории тепла»<sup>20</sup>, опубликованных в 1894 г., мы находим следующее уравнение переноса тепла:

$$\begin{aligned} -M\rho \frac{d\rho}{dt} + C_v \rho \frac{dT}{dt} &= \frac{\partial}{\partial x} \left( K \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left( K \frac{\partial T}{\partial y} \right) + \frac{\partial}{\partial z} \left( K \frac{\partial T}{\partial z} \right) + \\ &+ \mu \left[ 2 \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} \right)^2 + 2 \left( \frac{\partial v_y}{\partial y} \right)^2 + 2 \left( \frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_y}{\partial z} + \frac{\partial v_z}{\partial y} \right)^2 + \right. \\ &\left. + \left( \frac{\partial v_z}{\partial x} + \frac{\partial v_x}{\partial z} \right)^2 + \left( \frac{\partial v_x}{\partial y} + \frac{\partial v_y}{\partial x} \right)^2 \right] - 2\mu' \left( \frac{\partial v_x}{\partial x} + \frac{\partial v_y}{\partial y} + \frac{\partial v_z}{\partial z} \right)^2, \quad (13) \end{aligned}$$

где  $T$  — температура;  $\rho$  — плотность;  $C_v$  — удельная теплоемкость при постоянном объеме жидкости;  $v_x, v_y, v_z$  — составляющие вектора скорости по осям координат;  $K$  — коэффициент теплопроводности;  $\mu$  и  $\mu'$  — коэффициенты вязкости;  $M$  — коэффициент теплового расширения.

Уравнение Кирхгофа (13) лишь формой записи отличается от современного уравнения (10) переноса тепла. Выражая количество тепла  $dQ$ , полученное частицей жидкости в результате процесса теплопроводности, Кирхгоф за независимые параметры берет плотность  $\rho$  и температуру  $T$ :

$$dQ = -Md\mu + C_v dT.$$

Но согласно термодинамическим соотношениям  $dQ = Tds$ , где  $s$  — энтропия жидкости. Левую часть уравнения Кирхгофа можно записать иначе таким образом:  $\rho T \frac{ds}{dt}$ .

\* \* \*

В современной физико-математической литературе уравнение теплопроводности с конвекцией

$$\frac{\partial \theta}{\partial t} + v_x \frac{\partial \theta}{\partial x} + v_y \frac{\partial \theta}{\partial y} + v_z \frac{\partial \theta}{\partial z} = \kappa \left( \frac{\partial^2 \theta}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \theta}{\partial z^2} \right), \quad (14)$$

<sup>20</sup> G. Kirchhoff. Vorlesungen über die Theorie der Wärme. Herausg. von Dr. Max Planck. Leipzig, 1894.

где  $\kappa = \frac{K}{\rho c_p} = \frac{K}{\rho c_f}$  — коэффициент теплопроводности, зачастую называется уравнением Фурье — Кирхгофа<sup>21</sup>. На самом же деле, как только что говорилось, Кирхгоф вывел не это уравнение, а уравнение (13) теплопроводности в вязкой жидкости, которое и должно носить его имя.

Уравнение (14) или несколько более общее уравнение (4) теплопроводности в идеальной жидкости вполне обосновано должны называться уравнениями Фурье — Остроградского. Фурье первый вывел эти уравнения в 1820 г., хотя и не опубликовал свой вывод. Остроградский, не зная вывода Фурье, также получил эти уравнения в 1829 г. и первый опубликовал их.

Решение вопроса о теплопроводности в невязкой жидкости, несжимаемой по отношению к давлению, в общем виде получено одним М. В. Остроградским, и соответствующее уравнение (7) должно носить его имя.

<sup>21</sup> См., например, Г. А. Остроумов. Свободная конвекция в условиях внутренней задачи. М.—Л., 1952, стр. 24—25 или докторскую диссертацию И. Б. Варгактия. Теплопроводность сжатых газов и жидкостей. М., 1951.

Л. С. ПОЛАК

## СКРЫТЫЕ ДВИЖЕНИЯ В ТЕОРИИ ТЕПЛОТЫ ГЕЛЬМГОЛЬЦА

Развитие классической термодинамики и молекулярио-кинетической теории тепловых явлений в середине XIX в. выдвинуло перед механистической физикой задачу попытаться свести эти новые научные открытия к механике. Прежде всего речь шла о втором начале термодинамики, так как первое начало без больших затруднений укладывалось в схему основных понятий механики. Второе же начало с характерной для него и глубоко чуждой классической механике идеей необратимости вносило новый элемент в физическую картину мира. Оно и явилось пробным камнем для механицизма в его прямолинейном варианте сведения всех закономерностей к комплексу чисто механических понятий.

Один из крупнейших ученых-физиков XIX столетия Г. Гельмгольц (1821—1894) отчетливо сформулировал задачу физического познания так, как она рисовалась механистическому мировоззрению. В известном сочинении «О сохранении силы», вышедшем в 1847 г., он пишет: «Задача физического естествознания в конце концов заключается в том, чтобы свести явления природы на неизменные притягательные и отталкивательные силы, величина которых зависит от их расстояния. Разрешимость этой задачи есть в то же время условие для возможности полного понимания природы»<sup>1</sup>.

Треть столетия отделяет работы Гельмгольца, связанные с проблемой объяснения тепловых явлений, от этой декларации целей механистического мировоззрения. Если Гельмгольцу как будто бы удалось уложить закон сохранения и превращения энергии в прокрустово ложе механицизма, то второе начало теории теплоты явилось чужеродным элементом в стройном здании механистической физики. Понятие энтропии вносило новый существенный элемент в физическую картину мира. Монотонность функции энтропии подчеркивала сторонность, направленность процессов природы. Прошедшее и будущее, которые не различались в классической механике, где ничего не изменяется при замене плюса на минус в уравнениях движения, переставали быть физически тождественными. В механике не было никаких аналогий функции энтропии, никаких понятий, к которым можно было бы свести содержание второго начала теории теплоты.

Гельмгольц ставил своей задачей включить энтропию в схему классической механистической физики. Прямолинейный механицизм центральных сил меняется у него более гибким подходом. Задача остается прежней — построение механистической картины мира. Но конкретные формы ее осуществления меняются. Принцип наименьшего действия и представление о цикли-

<sup>1</sup> Г. Гельмгольц. О сохранении силы. Пер. П. П. Лазарева. Гос. техн.-теор. изд., 1934, стр. 37.

ческих и «скрытых» механических движениях представляют собою новые пути к разрешению старой задачи.

Трудности, вставшие перед механистическим миропониманием в связи с термодинамическими проблемами, трудности, которые приводили к формализации этой науки (сравним хотя бы работы Дюсма), Гельмгольц пытается преодолеть путем рассмотрения всех процессов, как вызванных участвующими в них видимыми, наблюдаемыми, так и невидимыми, «скрытыми», массами. Применяя к этим массам наиболее общий принцип механики — принцип Гамильтона, можно охватить явления, выходящие за пределы собственно механики подвижных тел.

Гельмгольц указывает, что «известные законы обратимых тепловых явлений могут быть выражены в форме лагранжевых уравнений движения и следовательно также в форме принципа минимума кинетического потенциала»<sup>2</sup>.

Однако при изучении общих свойств систем, которые подчинены принципу Гамильтона, «необходимо отбросить прежние ограничивающие допущения, согласно которым скорость входит в выражение живой силы именно в форме однородной функции второй степени и надо исследовать, как обстоит дело, если  $L$  (лагранжиан. — Аст.) есть функция координат и скоростей любой формы»<sup>3</sup>.

Таким образом, при исследовании немеханических явлений мы можем руководствоваться принципом Гамильтона, но только необходимо изменить вид входящей в него функции  $L$ . Если форма большой группы механических процессов характеризуется тем, что кинетическая энергия есть однородная квадратичная форма скоростей, а потенциальная энергия — функция только координат, то вне пределов механики имеют место и другие соотношения.

По мнению Гельмгольца, «область применения принципа наименьшего действия далеко переросла границы механики весовых тел»<sup>4</sup>. Принцип наименьшего действия приобрел универсальный характер и поэтому он становится важнейшим эвристическим средством. Гельмгольц считал, что этот принцип дает возможность открывать новые законы физических явлений: «...мне кажется, что всеобщая применимость принципа наименьшего действия простирается так далеко, что он может иметь высокую ценность как эвристический принцип и как проводник для попыток формулировать законы новых классов явлений»<sup>5</sup>.

Таким образом, Гельмгольц провозглашает принцип наименьшего действия наименее общим законом физики обратимых явлений. Но значение этого принципа не только в этом. Поскольку он применим ко всем изученным обратимым явлениям, он применим и ко всем тем, которые еще предстоит изучить — таков ход рассуждения Гельмгольца. А так как сферы действия закона сохранения и превращения энергии и принципа наименьшего действия не обязательно совпадают и содержание последнего не исчерпывается представлением центральных сил, то принцип наименьшего действия «там, где он применим, выражает какой-то особый характер существующих консервативных сил природы, который не дан через их определение как консервативных сил»<sup>6</sup>.

Основная идея Гельмгольца заключалась в том, что он хотел ввести в рассмотрение всех проблем скрытые движения. Эти скрытые движения понимались им как движения некоторых масс, которые недоступны нашему наблюдению и потому непосредственно не обнаруживаются.

<sup>2</sup> H. Helmholz. Die physikalische Bedeutung des Prinzips der kleinsten Wirkung. «Wiss. Abb.», Bd. III. Leipzig, 1895, стр. 207.

<sup>3</sup> Там же.

<sup>4</sup> Там же.

<sup>5</sup> Там же, стр. 209.

<sup>6</sup> Там же, стр. 221—222.

Гельмгольц выдвинул эту идею под влиянием теорий света с их неизблю-  
даемым непосредственно эфиром, а главное, под влиянием теории электри-  
ческого и магнитного полей Фарадея. Недаром он был пропагандистом идей  
Фарадея в Германии. Поиски аналогии тепловым движениям в механике  
привели его к циклическим и скрытым движениям. Значение принципа наи-  
меньшего действия и заключается в том, что он дает возможность провести  
исследование систем со скрытыми движениями. Этот принцип позволяет  
изучить не только не зависящие от времени силы (в этом случае система кон-  
сервативна), но и силы, зависящие от времени. Очевидно, что последние  
вызваны процессами, существенно отличными от процессов, с которыми свя-  
заны консервативные силы. И вообще «этот принцип имеет универсальную  
значимость, так что в областях, в которых доказательство его правильности  
еще отсутствует»<sup>7</sup>, может служить руководящим принципом исследования, ре-  
зультаты которого будут либо подтверждены, либо отвергнуты эксперимен-  
тами.

В 1884 г. Гельмгольц опубликовал работу «*Studien zur Statik monosyklischer Systeme*<sup>8</sup>», за которой последовал еще ряд статей на ту же тему<sup>9</sup>. Основная цель его исследований состоит в том, чтобы показать, что существует целая группа механических движений, которые имеют характер, аналогичный тепловым движениям, происходящим согласно второму началу термодинамики. Подробное обоснование изложенной идеи мы находим у Больцмана, уделившего этому вопросу много внимания.

Глава IV тома II «*Vorlesungen über die Prinzipien der Mechanik*» Больцмана носит название «Аналогии с физическими, особенно с тепловыми законами», и начинается с «аналога приведенного тепла». Как известно, специальные особенности термодинамических уравнений обусловлены тем обстоятельством, что прирост количества тепла не является полным дифференциалом, в отличие от прироста полной энергии  $\delta E$ , который всегда (вернее, во всех склерономных системах) является полным дифференциалом. Поэтому нужно подобрать такую механическую силу, которая по своим свойствам была бы аналогом тепловых систем. Это пытался сделать еще Клаузиус, «рассматривавший системы, в которых встречаются силы, действующие на расстоянии, закон действия которых меняется со временем, так что вместо входящих вообще в силовую функцию некоторых констант появляются очень медленно изменяющиеся со временем параметры...»<sup>10</sup>. Так, например, если рассмотреть теплый газ, находящийся в сосуде, закрытом подвижным поршнем, то можно построить следующую картину. Поршень заменяется некоторыми нормальными, извне действующими на молекулы отталкивательными силами, которые при большом приближении к поверхности поршня принимают чрезвычайно большую величину. Тогда медленное отступление поршня может быть рассматриваемо как медленное изменение их силовой функции. Однако при этом представлении Клаузиуса об изменчивости закона действия сил природы возникает одна вычислительная трудность. Дело в том, что силовая функция  $U$  этих сил задана с точностью по произвольной постоянной, которую всегда можно определить благодаря тому, что некоторое произвольное положение системы берется за нулевое  $U=0$  (нулевой уровень потенциала). Для обычной механической системы выбор уровня  $U=0$  совершенно произведен. «Если же меняется закон действия силы со временем, то меняется также и ра-

<sup>7</sup> H. Helmholtz. *Vorlesungen über die Dynamik disreter Massenpunkte*. Bd. I. Leipzig, 1911, стр. 373.

<sup>8</sup> H. Helmholtz. *Studien zur Statik monosyklischer Systeme*. «Wiss. Abh.», Bd. III. Leipzig, 1895, стр. 119—141.

<sup>9</sup> H. Helmholtz. *Prinzipien der Statik monosyklisches Systeme*. «Wiss. Abh.», Bd. III. Leipzig, 1895, стр. 163—173.

<sup>10</sup> L. Boltzmann. *Vorlesungen über die Prinzipien der Mechanik*. Bd. 2. Leipzig, 1904, стр. 162.

бота, которая требуется для перехода из нулевого положения в любое другое. Тем самым абсолютная величина  $U$  изменяется различным образом, в зависимости от того, какое выбирается то или иное нулевое положение, и, чтобы полностью быть точным, нужно указать, какое особое положение берется за нулевое. Лучше всего, пожалуй, выбрать такое, при котором все материальные точки располагаются далеко друг от друга и от всех остальных точек, могущих на них действовать, так чтобы ни на одной из них не ощущалось заметное действие силы<sup>11</sup>. Это предположение Клаузиуса относительно изменения со временем закона действия сил дает «полную аналогию с уравнениями термодинамики». Но против этого построения, по мнению Больцмана, можно выдвинуть серьезные возражения общего характера. Дело в том, что «в природе мы не замечаем ничего, что бы указывало на то, что закон действия известных сил природы изменился со временем. Да физические исследования должны были бы даже вовсе прекратиться, если бы мы не знали, будут ли законы природы, найденные нами сегодня, правильны также и для будущих времен»<sup>12</sup>.

Надо указать, что принятие допущения Клаузиуса означало бы установление своеобразной иерархии законов природы: законы физических явлений, законы, по которым изменяются эти законы, и т. д. Хотя возможность изменения законов природы с течением времени (по некоторому закону!) и нельзя считать совершенно исключенной, однако вряд ли это изменение играет существенную роль даже в промежутке времени, равном примерно времени существования солнечной системы.

Это указывает на то, что надо как-то иначе подойти к установлению аналогии. Для этого можно воспользоваться понятием циклических движений, введенным Гельмгольцем. Прежде всего заметим, что одно из важнейших свойств тепловой энергии, в отличие от энергии механического движения, состоит в том, что в нагретом теле, несмотря на очень быстрое движение очень маленьких частиц, составляющих это тело, внешне не замечается никаких изменений состояния. Обратимся к механическим моделям, которые могут иметь подобные свойства: Примером может служить вращение около какой-либо оси абсолютно однородного твердого шара или движение абсолютно однородной несжимаемой жидкости без трения в замкнутом канале с абсолютно твердыми стенками. Подобные движения называются циклическими. «Циклические системы в строгом смысле слова (в будущем мы будем называть их настоящими циклами) суть такие, в которых хотя и могут происходить любые движения, но только таким образом, что в случае, если какая-либо частица массы оставит свое место в пространстве, то тотчас же поступает на ее место совершенно подобная ей частица, которая имеет такую же и так же направленную скорость, какую имела первая частица в этом месте пространства. Координата только в том случае называется действительно циклической, если система производит такое движение, что только эти координаты меняются при неизменном положении остальных»<sup>13</sup>. Являются ли молекулярные движения, которые представляют собой теплоту, циклическими? Строго говоря, нет. Однако здесь имеется одно весьма важное обстоятельство, а именно, что молекулы очень много и движутся они беспорядочно. В силу этого «достигается то, что как только какая-либо молекула покидает известное состояние движения, так одна из соседних с ней молекул получает сходное с ней состояние движения, так что внешне мы не замечаем никаких перемен»<sup>14</sup>. Это дает возможность применить здесь понятие

<sup>11</sup> Там же, стр. 163.

<sup>12</sup> Там же.

<sup>13</sup> Там же, стр. 166.

<sup>14</sup> Там же.

циклических систем. С точки зрения механики характерной особенностью циклических систем, отличающей их от всех других систем, является зависимость их свойств не от абсолютной величины циклических координат, а только от скорости их изменения. Отсюда ясно, что недифференцированная величина координаты не может встретиться ни в выражении живой силы, ни в выражении сил, действующих на систему.

Движения, в которых некоторые координаты не входят в выражение живой силы, а входят только соответствующие им скорости, хотя и не имеют такого всеобщего значения, которое придавал им Гельмгольц, все же представляют собой довольно значительную группу. Так, циркуляция воды в замкнутой трубе, прерывая цепь, перекинутая через блоки, дают примеры подобных движений. В самом простом случае выражения живой силы в прямоугольных декартовых координатах имеем  $T = \frac{1}{2} \sum m_i \dot{x}_i^2$ , куда сами координаты не входят. Вообще во всех движениях систем, в которых положение некоторой точки сейчас же занимается другой такой же точкой, имеющей ту же по величине и также направлению скорость, мы имеем пример рассматриваемых движений. Для этого траектория описываемых движений должна быть замкнутой, т. е. материальные точки должны возвращаться по истечении некоторого времени к первоначальному положению. В этом случае исподвольно ясно, что каково бы ни было положение отдельных точек системы, выражение живых сил от них зависит не будет. Это объясняется тем, что в любой данный момент в каждой точке замкнутой траектории находится некоторая материальная точка, которая движется с одной и той же строго определенной скоростью.

Герц следующим образом определяет понятие циклической координаты: «Циклической называется свободная координата системы тогда, когда длина бесконечно малого смещения системы не зависит от величины координаты, а зависит только от ее изменения»<sup>15</sup>. При помощи понятия энергии циклическую систему можно определить следующим образом: «Циклической системой называется материальная система, энергия которой с достаточным приближением является однородной квадратичной функцией скоростей изменения ее циклических координат»<sup>16</sup>. Циклические системы могут быть моноциклические, бициклические и т. д., в зависимости от того, сколько существует в системе циклических координат. Если в циклической системе имеются нециклические координаты, то они называются параметрами системы. Легко видеть, что точное выражение энергии циклической системы содержит в себе скорости не только циклических, но и всех прочих координат. Однако некоторые из этих координат могут изменяться достаточно медленно. Если это так, то скоростями их изменения можно пренебречь по сравнению с более значительными скоростями циклических координат, и тогда приведенное выше определение приближенно будет иметь место. Таким образом, система будет с очень большим приближением циклической тогда, когда либо скорость изменения ее параметров достаточно мала, либо скорость изменения циклических координат достаточно велика.

Если принцип Гамильтона применим к изучаемой системе, то можно найти значение кинетического потенциала и составить тем самым уравнения движения, если только знать полностью зависимость энергии от координат и скоростей. При этом, как мы уже отмечали, кинетическая энергия не обязательно должна входить в выражение кинетического потенциала в форме квадратичной функции скоростей. Больше того, предполагается, что при некотором

<sup>15</sup> Н. Негтц. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt, Gesammt. Werke, Bd. 3, 1910, стр. 235.

<sup>16</sup> Там же, стр. 236.

исключении части координат можно для остающихся координат представить выражение кинетического потенциала в такой форме, в которую соответствующие скорости войдут линейно. Этот род движений систем, в которых кинетический потенциал содержит члены, лишайные относительно скоростей, Гельмгольц и называет системами со скрытыми движениями.

Чтобы изучить такие системы, Гельмгольц воспользовался принципом Гамильтона.

Введя наименование «кинетический потенциал» для лагранжиана  $L = U - T$ , Гельмгольц указывает, что кинетический потенциал имеет размерность энергии и в силу того, что в него входит величина  $U$ , определен с точностью до произвольной постоянной.

Для движущейся системы  $L$  состоит из функции только координат  $q_a$  и вычитаемой из него существенно положительной однородной квадратичной функции скоростей  $\dot{q}_a$ , коэффициенты которой есть функции только от  $q_a$ .

Все значение функции  $L$  раскрывается, когда мы выходим за пределы явлений непосредственно наблюдаемого механического движения и рассматриваем законы термодинамики и электродинамики. В этих областях функция  $L$  уже не подчинена обязательному условиям, которые имеют место в динамике, а оказывается для каждой области особенной функцией состояния, которую надо отыскивать в каждом отдельном случае. Эта функция состояния зависит от величин  $\dot{q}_a$  и  $q_a$ , образующих два ряда таких параметров системы, которые отнюдь не соответствуют друг другу, а, напротив, большей частью приходится рассматривать такие  $q_a$ , для которых соответствующие  $\dot{q}_a$  отсутствуют, и наоборот.

Гельмгольц рассмотрел вопрос о том, в каких случаях можно получить выражение кинетического потенциала, не связавшее теми условиями, которые были наложены на него исходными определениями в динамике.

Необходимо исключить часть скоростей и координат, если, конечно, такое исключение обосновано характером изучаемой проблемы. Производимое в механике исключение некоторого количества координат при помощи уравнений связей между ними не дает ничего нового, так как форма  $U$  и  $T$ , а, следовательно, и  $L$  сохраняется, и они оказываются просто функциями меньшего числа переменных. Совсем иначе обстоит дело в системе, в которой имеются циклические движения, происходящие равномерно и без возмущений. Представим в качестве примера непрерывный ряд одинаковых частиц, движущихся без просветов по замкнутому пути. Если этой цепочке задано какое-либо определенное движение, то оно будет продолжаться в силу инерции, если не действуют внешние силы и несмотря на любые связи. Это и есть пример циклического движения; другими примерами могут служить вращение волчка, махового колеса и т. п. В этих примерах скорость (или угловая скорость) всех точек одинакова, но легко указать примеры циклического движения, для которых это не имеет места; например, течение массы воды, заключенной в замкнутую колцевую трубку, — циклическое, но будет происходить с постоянной скоростью только в случаях, если сечение трубы повсюду одинаково. Постоянной остается только масса (количество) воды, протекающей через любое поперечное сечение в единицу времени.

Существенное требование, определяющее циклические движения, — их замкнутость и установленное состояние на всех участках. При этом, так как любое рассматриваемое сечение или точку пути проходят в различные моменты времени различные частицы, то прослеживание движения каждой из них делается иенужным и полное описание движения получается, когда для всех точек пути известно состояние движения.

Материальные системы, в которых возбуждено такое циклическое движение Гельмгольц называет моноциклическими. К ним он относит и системы с многими циклическими движениями, из которых одно определяет остальные, например системы из зубчатых колес и т. п. Все остальные системы, в которых имеют место многие независимые циклические движения, он называет полициклическими.

В циклическом движении положение отдельных точек на замкнутом пути очевидно не влияет на величину кинетической энергии циклического движения. Точно так же и потенциальная энергия не будет зависеть от положения циркулирующей массы. Следовательно, кинетический потенциал не будет содержать в качестве переменных координат отдельных циркулирующих точек. Обозначим эти отсутствующие координаты через  $q_b$ . Если циклическое движение должно быть равномерно, то внешние силы

$$F_b = 0.$$

На весь цикл, конечно, могут влиять внешние силы, но это будут силы  $F_a$ , действующие на координаты  $q_a$ , определяющие положение и форму пути не отдельных точек, а цикла в целом.

Для индексов  $b$  уравнения Лагранжа принимают простой вид, так как

$$F_b = 0, \frac{\partial L}{\partial q_b} = 0;$$

$$\text{откуда } \frac{d}{dt} \left( \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_q} \right) = 0; \quad (1)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_b} = C_b, \quad (2)$$

где  $C_b$  — постоянные, представляющие неизменяющиеся моменты циклического движения.

Так как  $L$  содержит в себе  $\dot{q}_a$  и  $\dot{q}_b$  в виде однородных квадратичных функций, то производные  $\frac{\partial T}{\partial q_b}$  будут однородными линейными функциями всех  $q$ , коэффициенты которых зависят только от  $q_a$ , ибо  $q_b$  не входят в их выражения. Таким образом, из выражения (2) получается система  $b$  линейных уравнений, при помощи которых  $\dot{q}_b$  можно выразить как линейные функции  $\dot{q}_a$ .

Путем такой подстановки величина  $\dot{q}_b$  исключается из выражения для  $L$ , в которое входит теперь лишь  $q_a$ ,  $\dot{q}_a$  и постоянные  $C_b$ . Полученное таким образом измененное значение лагранжиана  $L$  обозначим  $\bar{L}$ .

Производные  $\frac{\partial \bar{L}}{\partial q_a}$  и  $\frac{\partial \bar{L}}{\partial \dot{q}_a}$  этой функции отличаются от соответствующих производных первоначальных функций, так как  $\bar{L}$  содержит  $\dot{q}_a$  и  $q_a$ , так же как  $L$ , но, кроме того, вместо  $q_b$  содержит также  $\dot{q}_a$  и  $q_a$ , через которые они теперь выражены.

Имеем

$$\frac{\partial \bar{L}}{\partial q_a} = \frac{\partial L}{\partial q_a} + \sum_b \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_b} \frac{\partial \dot{q}_b}{\partial q_a} \quad (3)$$

и также

$$\frac{\partial \bar{L}}{\partial \dot{q}_a} = \frac{\partial L}{\partial \dot{q}_a} + \sum_b \frac{\partial L}{\partial q_a} \frac{\partial q_a}{\partial \dot{q}_b}. \quad (3a)$$

Введя из выражения (2)  $C_b$ , получим

$$\frac{\partial L}{\partial q_a} = \frac{\partial}{\partial q_a} \left( \bar{L} - \sum_b C_b \dot{q}_b \right), \quad (4)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \dot{q}_a} = \frac{\partial}{\partial \dot{q}_a} \left( \bar{L} - \sum_b C_b \dot{q}_b \right). \quad (4a)$$

Таким образом, производные функции  $L$  по координатам и скоростям с индексами  $a$  выражены через производные другой функции, в которую входят только  $q_a$  и  $\dot{q}_a$ .

При помощи этой новой функции уравнения Лагранжа принимают вид

$$F_a = \frac{\partial}{\partial q_a} \left( \bar{L} - \sum_b C_b \dot{q}_b \right) + \frac{d}{dt} \left[ \frac{\partial}{\partial \dot{q}_a} \left( \bar{L} - \sum_b C_b \dot{q}_b \right) \right]. \quad (5)$$

Новый кинетический потенциал  $(\bar{L} - \sum_b C_b \dot{q}_b)$  существенно отличается от  $L$ .

В самом деле, хотя  $\bar{L}$ , так же как и  $L$ , состоит из части, зависящей только от  $q_a$ , и из части, являющейся квадратичной функцией  $\dot{q}_a$ , в новое выражение кинетического потенциала входят члены  $- \sum_b C_b \dot{q}_b$ , которые после подстановки в них решения для  $\dot{q}_b$  содержат скорости  $\dot{q}_a$  в первой степени. Такие члены были невозможны в первоначальном выражении кинетического потенциала  $L$ .

Появление в выражении для кинетического потенциала линейных членов представляет собой важную особенность циклических систем.

Именно эта особенность позволяет перейти при помощи уравнений механики к рассмотрению необратимых термодинамических процессов. Дело в том, что «если ряду изменений состояния системы — процессу — по его окончании дать обратное направление, так чтобы восстановилось вновь начальное состояние, и если для этого переменить на обратные знаки всех скоростей  $\dot{q}_a$ , то чисто квадратичная функция скоростей останется при этом неизменной, в то время как линейные члены изменяют свои знаки. Для обратного протекания процесса получится, таким образом, другой кинетический потенциал, а следовательно, вместе с тем и другое дифференциальное уравнение. Движение не может происходить в обратном направлении тем же способом, как и в прямом: процесс необратим»<sup>17</sup>. Таким образом, введение циклических движений позволяет как будто подойти к проблеме необратимости, столь важной в теории теплоты, при помощи видоизмененного принципа Гамильтона.

Однако в наблюдаемых реальных движениях циклические движения имеют место не столь часто, а в тех случаях, когда они встречаются, их все же недостаточно для описания необратимости того или иного движения в целом. Чтобы при помощи циклических движений рассмотреть необратимые процессы, Гельмгольц допускает, что существуют циклические движения, не обнаруживаемые нами непосредственно — скрытые циклические движения. Он приводит следующий простой пример, иллюстрирующий возможность и смысл скрытых циклических движений. Представим себе быстро

<sup>17</sup> И. Н е 1 м h о л т з. Vorlesungen über die Dynamik disreter Massenpunkte. Leipzig, 1911, 2. Aufl., стр. 365.

вращающийся шар, заключенный в непроницаемую оболочку, которая является также опорой оси вращения. При непосредственном рассмотрении нельзя установить существование этого движения до тех пор, пока это тело в целом находится в покое. Если же оно будет двигаться, то привести его в обратное движение путем обращения наблюдаемой скорости не удается. Это и есть случай скрытого движения, которому будет соответствовать кинетический потенциал с линейными относительно скорости членами. Впрочем, о природе скрытого движения, как ясно из этой механической аналогии, мы ничего сказать не сможем. Оно даже не должно иметь равномерный, упорядоченный характер циклического движения. Так, в кинетической теории газов предполагается совершенно неупорядоченное движение молекул, которое имеет только то общее с циклическим движением, что ему соответствует большая кинетическая энергия, не зависящая от координат отдельных движущихся частей. В силу характера движения молекул процессы, происходящие в достаточно большом объеме, оказываются необратимыми. «Следовательно, — заключает Гельмгольц, — кинетическая теория газов объясняет тепловые явления и законы с помощью установления гипотезы, в то время как рассмотрение циклической системы ограничивается известными процессами движения и извлекает из них законы, обнаруживающие далеско идущую аналогию с основными законами термодинамики»<sup>18</sup>.

Таким образом, основная идея Гельмгольца состоит в том, чтобы найти такие механические системы, процессы в которых могли бы быть аналогами тепловых явлений. Так как основной, несводимой к обычной механике чертой тепловых процессов является их необратимость, то Гельмгольц ищет такое видоизменение механики, которое позволило бы эти явления интерпретировать механически хотя бы ценой введения ненаблюдаемых, скрытых механических движений.

Рассмотрев поэтому некоторые другие случаи, когда кинетический потенциал выражается в иной, обобщенной форме, Гельмгольц отмечает, что подобные динамические проблемы имеют многочисленные аналогии в других, «физических явлениях, которые нельзя свести к известным движениям тяжелых масс, — термодинамических и электродинамических».

Именно поэтому в современной теоретической физике налицо стремление вывести различные наблюдаемые закономерности из такого охватывающего (*zusammenfassenden*) принципа, который по своей внешней форме согласовывался бы с обобщенным принципом Гамильтона и со следующими из него обобщенными уравнениями Лагранжа, в которых, однако, выражение кинетического потенциала не подчинено первоначальным ограничениям формы, а является для каждой области искомой обобщенной функцией двух рядов переменных  $q$  и  $\dot{q}$ , которые не должны попарно соответствовать друг другу»<sup>19</sup>.

Следовательно, по мнению Гельмгольца, преимущество его метода циклических систем в том, что он не требует введения гипотез, а ограничивается известными процессами движения. Таких гипотез в молекулярио-кинетической теории, собственно говоря, две: 1) кинетический атомизм (а не просто движение некоторых скрытых масс без дальнейшего определения) и 2) статистический ансамбль. Гельмгольц хочет обойтись без них, так как первая гипотеза не противоречила классической механике, но в то время не являлась полностью подтвержденной экспериментально, а вторая гипотеза вводила чуждое механике и не заключенное в ней представление.

Итак, чтобы дать механическое истолкование физических явлений за пределами механики, необходимо ввести понятие о скрытых ненаблюдаемых

массах, совершающих циклические движения, и соответственно обобщить принцип Гамильтона.

Другими словами, мы здесь имеем дело с уже встречавшимся в истории физики положением: обобщение не может быть достигнуто чисто математическим путем — оно требует каких-то экспериментальных данных (взятых в качестве либо исходных фактов, либо элементов, разрывающих цепь логической дедукции) и гипотез.

Последние, как правило, бывают двух родов. Если они заключают в себе новые физические идеи и допускают экспериментальную проверку, если они при любой их сложности не исключают хотя бы возможности такой проверки, то это — продуктивные и прогрессивные гипотезы, без которых немыслимо развитие науки. Если же гипотезы вводят скрытые движения или материальные системы, если они вводят только разделение однотипных процессов на наблюдаемые и на не доступные наблюдению, допускаемые только как некоторый «разностный эффект» между наблюдаемой картиной явлений и измеряемыми и определяемыми факторами ее построения и изменения, то эти гипотезы оказываются туниками и не ведут к прогрессу науки.

Примером первых гипотез может служить молекулярио-кинетическая теория газов, примерами вторых — многочисленные теории тяготения XIX в. и теории скрытых масс и движений Гельмгольца и Герца.

Скрытые движения были введены Гельмгольцем для того, чтобы дать объяснение теплоты при помощи представлений классической механики. Феноменологическая термодинамика была уже в значительной степени завершена, и задача состояла в определении ее места в физической картине мира. Гельмгольц пытался решить эту проблему без применения новых немеханических представлений и идей. Добавление к понятию «механическое движение» слова «скрытое» означало лишь расчленение всех механических движений в природе на два класса по отношению к субъекту познания: класс наблюдаемых и класс скрытых движений. Расчленение это имело в концепциях скорее субъективный смысл и не затрагивало существа физической картины мира.

Аналогичное понятие появилось в квантовой физике 50-х годов XX в., когда некоторые физики предприняли попытки интерпретировать квантовую механику при помощи «скрытых параметров»<sup>20</sup>.

Нам кажется, что в этом случае, как и в теории скрытых движений Гельмгольца, введенных в науку в весьма аналогичной ситуации, идея «скрытых параметров» не является действительным путем построения продуктивной конкретной формы детерминистической интерпретации квантовой механики. Прежде всего здесь, вероятно, необходим анализ и расширение самого понятия детерминизма.

В обоих указанных случаях применение «скрытых движений», «скрытых параметров» отражает то, что проблема обоснования и объяснения того или иного раздела физики (термодинамики и квантовой механики) настоятельно требует введения существенно новых понятий и представлений, которые в свою очередь положат начало развитию новой области физики в единой детерминистической картине материального мира.

Механицизм никогда не был чем-то единственным. Не говоря уже о борьбе картезианства и ньютонианства внутри единого механистического (и в основном материалистического) миропонимания по вопросу о конкретном характере выполнения механистической программы, мы находим целый ряд оттенков, обусловленных самими разнообразными причинами. Если сравнить одинаково-

<sup>18</sup> Там же, стр. 366.

<sup>19</sup> Там же, стр. 368—369.

<sup>20</sup> См. сб. «Вопросы причинности в квантовой механике». М., ИЛ, 1955, статьи Вижье, Д. Бома и др.

ые тенденции произведений авторов, принадлежащих к различным школам и странам, то бросается в глаза значительное различие в вопросе о том, как собственно надо понимать задачу построения механической картины мира. Более прямолинейному инженерно-модельному механицизму, английских ученых противостоит более гибкий (скрытые движения) механицизм школы Гельмгольца<sup>21</sup>. Это течение, основы которого были заложены Гельмгольцем и которое нашло развитие в трудах Больцмана и Герца, представляет собой любопытную разновидность механицизма, интересную еще и в том отношении, что оно резко противопоставило себя энергетизму — одному из имевших место в истории физики учений о науке как о системе «принципиально наблюдаемых величин».

Многое в борьбе Больцмана за атомистику, за право пользоваться в физике понятиями и величинами, относящимися к ненаблюдаемым непосредственно объектам, было подготовлено Гельмгольцем. Гельмгольц сделал смелую попытку завершить физику в том отношении, что он предложил единый универсальный метод объяснения всех известных и неизвестных процессов при помощи скрытых движений скрытых масс. Вместо того, чтобы отыскивать специфичное в явлениях, он разработал такую систему физических понятий, которая, по его мнению, в принципе решала задачу построения механической картины мира. Последним и исходным, не требующим объяснения свойством вещества, в этой картине утверждалось движение в явной и скрытой формах. Механическая и всякая другая сила при такой точке зрения становилась вторичным понятием. В этом и состояло ее положительное содержание.

Тенденция искать в явлениях сущность представляет собой безусловно правильное и закономерное направление научного материалистического метода исследования. Но эта позиция у Гельмгольца приобретает ограниченный и узкий характер, так как он стремится определить существенную основу явлений как однородную совокупность механических движений скрытых или наблюдаемых масс. Такая концепция является продуктивной только в известных пределах, определяемых тем, в какой мере данная совокупность явлений может быть выражена в рамках механических понятий. Вне указанных границ эта методологическая концепция исчерпывает свои возможности.

Гельмгольц широко раздвинул границы применения принципа Гамильтона. Он не только применил его ко всем обратимым явлениям, но пытался при его помощи охватить механистической схемой принцип энтропии, без введения каких-либо вероятностных соображений. Принцип Гамильтона оказался для Гельмгольца наиболее подходящим средством для разработки того «кинетического» аспекта механицизма, к которому он пришел в 80-х годах XIX в., преодолев «динамические» тенденции, присущие ему в первый период научной деятельности. Гельмгольц применил своеобразный модельный метод, который представляет большой интерес, во-первых, с точки зрения стремления объяснить макроскопические явления микроскопическими скрытыми движениями и, во-вторых, из-за смелого введения в науку ненаблюдаемых реальностей (скрытые движения), о существовании которых мы можем заключать только на основе характера их внешнего проявления.

Методологически скрытые движения представляют собой вариант непозираваемых сущностей, отделенных от их наблюдаемых (и измеряемых) проявлений. Отсюда росла переграфическая теория познания Гельмгольца, и она же питала развитие концепции скрытых движений.

Этот круг идей одного из крупнейших представителей физики XIX в. был воспринят целой группой ученых (Герц и другие). Но уже на следующем этапе развития физики исчезла прежняя уверенность в возможности разрешить задачу механистического сведения не только путем, разработан-

ным Гельмгольцем, но и вообще каким-либо путем. Мощное развитие электродинамики, электроники и теории атома непосредственно показало ограниченность и недостаточность прежних представлений.

Направление Гельмгольца не оправдало возлагавшихся на него надежд и оказалось в стороне от главных путей развития физики.

Попытка вывести законы теории теплоты непосредственно из общих принципов механики без привлечения новых, чуждых механике понятий, хотя и оказалась формально осуществимой при условии некоторого видоизменения этих принципов, но не привела ни к выяснению сущности необратимых процессов, ни к действительному обогащению физической картины мира. Найденные на основе преобразованных принципов механики аналоги термодинамических законов не принесли сколько-нибудь нового и перспективного понимания сущности тепловых явлений, в то время как статистическая физика вскрыла глубокий смысл необратимости в учении о вероятности состояния системы и флуктуациях, представление о которых глубоко чуждо классической механике.

Хотя рассмотренное направление не решило и не могло решить стоявших перед ним проблем, оно, как это обычно и бывает, дало ряд результатов, которые обогатили физическую науку. К таким результатам должны быть отнесены обобщение Гельмгольцем принципа Гамильтона, представление и математическая теория циклических систем, понятие об обобщенных вариациях и об условно-периодических движениях. В различных отделах классической и новой физики, весьма далеких от той области, в которой эти результаты возникли, они нашли немаловажное применение.

<sup>21</sup> Здесь напрашивается параллель с уровнем промышленного развития Англии и Германии той эпохи.

Ю. И. СОЛОВЬЕВ, И. И. УШАКОВА

## К ИСТОРИИ УТВЕРЖДЕНИЯ КИСЛОРОДНОЙ ТЕОРИИ В РОССИИ

Кислородная теория, выдвинутая великим французским ученым А. Л. Лавуазье (1743—1794), создала вместе с атомно-молекулярным учением прочную основу для развития современной химии. Опровергнув учение о флогистоне, кислородная теория позволила с научных позиций правильно объяснить различные химические процессы и прежде всего процессы горения, дыхания и пр. Это имело исключительно важное значение для решения многих не только теоретических, но и практических проблем.

Новая теория, естественно, вызвала как во Франции, так и в других странах ожесточенную полемику между сторонниками взглядов Лавуазье и приверженцами теории флогистона. Однако весь фактический материал химии, освещенный теорией Лавуазье, столь убедительно говорил в пользу новой теории, что сторонники теории флогистона (Шееле, Пристли, Маке, Бомэ, Саж, Сенебье, Ландриани, Кирван) теряли одну позицию за другой.

Во Франции идеи Лавуазье были восприняты прежде всего математиками и физиками—Лапласом и Монжем, и только позднее (после 1785 г.) химиками Бертолле, Гитоном де Морво, Фуркруа, Адэ, Гассенфрацем (с 1786—1787 гг.) и др.

В Швеции одним из первых сторонников теории Лавуазье был знаменитый химик И. Я. Берцелиус.

В Германии, родине теории флогистона, идеи Лавуазье распространялись медленно<sup>1</sup>, преодолевая в ряде случаев прямое сопротивление со стороны последователей теории горения Бехера и Стала. Но и в Германии были ученыe, которые уже в 80—90-х годах XVIII в. выступали в защиту кислородной теории и широко пропагандировали основные ее положения. В 1783 г. Вейгель перевел на немецкий язык работу Лавуазье «Oriuscules physiques et chimiques» (1774). Убежденными и последовательными приверженцами теории Лавуазье в Германии были С. Ф. Гермбштедт (1760—1833) и М. Г. Клапрот (1743—1817).

В 1792 г. Гермбштедт перевел на немецкий язык знаменитую книгу Лавуазье «Traité élémentaire de chimie» и назвал ее «System der antiphlogistischen Chemie»; Гермбштедтом был издан также курс химии<sup>2</sup>, который явился первым немецким учебником по химии, где нашла свое отражение кислородная теория. Причем в первом издании Гермбштедт различные химические процессы объяснял параллельно с позиций двух теорий (флогистонной и кислородной), отдавая, впрочем, уже здесь предпочтение новой теории; вто-

<sup>1</sup> G. Kahlbaum u. A. Hoffmann. Die Einführung der Lavoisierschen Theorie, im besonderen in Deutschland (Monographien aus der Geschichte der Chemie, II. I.). Leipzig, 1897.

<sup>2</sup> S. F. Herm b s t ä d t. Systematischer Grundriss der allgemeinen Experimentalchemie. Berlin. 1. Aufl., 1791; 2 Aufl., 1800.

рое издание учебника Гермбштедта написано полностью с позиций кислородной теории, исключена даже вся старая флогистонная терминология, не упоминается и сам флогистон.

Во введении ко второму изданию своего учебника Гермбштедт писал:

«Убедившись в достоверности установленных знаменитым Лавуазье в его системе законов, заимствованных из чистого опыта, я решил в первом издании моей книги пересадить ее на немецкую почву, и у моих читателей еще должно быть свежо в памяти, как за это накинулись на меня. Между тем мной не руководили ни слепая вера, ни стремления за поисками новинки,— напротив, мои убеждения основывались на собственном опыте и основательной проверке... теперь все перешли к новому учению, и с этим я охотно забываю о тернильно перенесенной несправедливости, так как достигнутая победа предоставила мне наилучшую награду»<sup>3</sup>.

Как же обстояло дело с признанием и распространением кислородной теории Лавуазье в России? Этот вопрос хотя и поднимался в нашей литературе<sup>4</sup>, но до последнего времени оставался мало изученным.

В России еще в середине XVIII в. М. В. Ломоносов правильно сформулировал многие узловые проблемы химии и наметил пути их решения. Прежде всего следует назвать атомно-молекулярное учение, закон сохранения материи и движения, кинетическую теорию тепла, физическую химию.

В 1747 г. в диссертации «Размышления о причине теплоты и холода» Ломоносов утверждал: «...при процессе обжигания к телам присоединяется некоторая материя, только не та, которая приписывается собственно огню»<sup>5</sup>.

На основе дальнейших исследований Ломоносов пришел к заключению, что к обжигаемому металлу присоединяются некоторые частицы из воздуха. Об этом он совершенно ясно говорил в отчете о своих знаменитых экспериментальных исследованиях за 1756 г., опровергающих мнение Роберта Бойля о присоединении к металлу огненной материи как о причине увеличения веса металлов при прокаливании в запаянном сосуде<sup>6</sup>. В 1758 г. в рассуждении «Об отношении количества материи и веса» Ломоносов снова писал, что «...нет никакого сомнения в том, что частицы из воздуха, непрерывно текущего на подвергаемое обжиганию тело, соединяются с последним и увеличивают его вес»<sup>7</sup>.

В то время, когда Ломоносов проводил эти опыты, еще не было точно известно, что воздух представляет собой смесь газов. Развитие пневматической химии в трудах Д. Блэка, Пристли, Шееле, Кавендиша и других началось, как известно, после смерти Ломоносова. Естественно поэтому, что Ломоносов говорил о присоединении воздуха к обжигаемым телам. Однако важно отметить, что Ломоносов стал на правильный путь объяснения наблюдаемых явлений. Такое объяснение этих явлений находилось в полном противоречии с господствовавшей тогда флогистонной теорией, по которой горение рассматривалось как процесс разложения.

Вторая половина XVIII в. прошла под знаком распространения и внедрения в химию качественного и количественного анализа. В это время широкое развитие получила химия газов.

<sup>3</sup> S. F. Herm b s t ä d t. Systematischer Grundriss der allgemeinen Experimentalchemie. Bd. 1. 2 Aufl., Berlin, 1800, стр. IX—X.

<sup>4</sup> С. А. Погодин. Антуан Лоран Лавуазье — основатель химии нового времени. «Успехи химии», т. XII, вып. 5, 1943, стр. 352; Я. Г. Дорфман. Лавуазье. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 309—310.

<sup>5</sup> М. В. Ломоносов. Поли. собр. соч. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, т. 2, стр. 47—49.

<sup>6</sup> Там же, т. III, 1952, стр. 369.

<sup>7</sup> По вопросу об отношении М. В. Ломоносова к теории флогистона см. Б. Н. Миншутин. М. В. Ломоносов и флогистон. В кн.: «Ломоносовский сборник, 1711—1911», СПб., 1911, стр. 157—162.

Развитие химии было обусловлено потребностями изучения естественных богатств, потребностями металлургических, красочных, мыловаренных, квасцовских, поташных и других производств. Возникающая горная промышленность выдвигала задачи широкого изучения природных богатств России. Этим практическим требованиям развивающейся экономики огромной страны и были подчинены основные направления развития химии в России того периода. Разумеется, что рациональное использование новых методов производства, внедрение новых технологических процессов, например в металлургию, находилось в непосредственной зависимости от правильного понимания их сущности и в первую очередь процессов горения, окисления и т. д.

Практический уклон развития химии, столь характерный для России второй половины XVIII в., сказался и на отношении передовых русских химиков к теории флогистона. В России собственно никогда не было особенно горячих сторонников этой теории, ее пропагандистов. К теории флогистона примыкали лишь немногие, в том числе И. Г. Георги (1729—1802), Эрик Лаксман (1737—1796), Н. П. Соколов (1743—1795) и до 1796 г. Т. Е. Ловиц (1757—1804). Эти ученые не вели открытой борьбы против теории Лавуазье. Но несомненно, что с их стороны было проявлено некоторое пассивное противодействие, которое выражалось в замалчивании или игнорировании работ Лавуазье. Учебник Лавуазье, вышедший в 1789 г., на русский язык переведен не был; Лавуазье не был избран в члены Петербургской Академии наук. Однако нужно отметить, что причину этого следует искать не столько в научной, сколько в политической ситуации. Известно, что Екатерина II, напуганная Французской буржуазной революцией (1789—1794), всеми мерами старалась бороться с идеями, шедшими из революционной Франции. Она всячески препятствовала распространению в России французской литературы (как светской, так и научной). Не случайно, по-видимому, перевод книги Фуркруа «Философия химии» (1799) появился не в столице, а во Владимире. Неблагоприятная общественно-политическая обстановка в стране и некоторая инертность названных выше ученых задержали широкое распространение кислородной теории в России на несколько лет. Однако новое учение быстро нашло своих сторонников. Характерно, что в более ранний период Россия была едва ли не единственной страной, не знавшей мрачного периода алхимии. Поэтому русские естествоиспытатели, в частности химики, подготовленные работами Ломоносова и менее химиков других стран находившиеся под влиянием теории флогистона, относительно легко и быстро восприняли кислородную теорию Лавуазье. Распространение кислородной теории среди ученых России, их отношение к ней нашли отражение в русской научной литературе того времени. Одним из первых естественнонаучных журналов, где освещались некоторые положения новой теории, были «Академические известия» (1779—1781) — издание, авторитетное и широко известное в научных кругах.

Здесь мы встречаем изложение сочинения Лавуазье «О причине умножения тяжести металлов во время их жжения»<sup>8</sup>, опубликованного автором в 1774 г.<sup>9</sup>, и его работы «О составных частях селитряной кислоты»<sup>10</sup>, опубликованной Лавуазье в 1776 г.<sup>11</sup>

<sup>8</sup> «Академические известия», 1779, ч. I, стр. 404—409.

<sup>9</sup> Lavoisier. Mémoire sur la calcination de l'étain dans les vaisseaux fermés, et sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquiert ce métal pendant cette opération. «Histoire de l'Académie royale des Sciences avec les mémoires de mathématique et de physique». Paris, 1774.

<sup>10</sup> «Академические известия», 1781, ч. VII, стр. 357—360.

<sup>11</sup> Lavoisier. Mémoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux et sur les moyens de décomposer et de recomposer cet acide. «Histoire de l'Académie royale des sciences avec les mémoires de mathéматique et de physique». Paris, 1776

Первая статья принадлежала русскому академику Л. Ю. Крафту (1743—1814), который вел в этом издании отдел «Показания новейших трудов многих академий и ученых обществ».

«С давнего времени,— писал Крафт,— известно, что металлы, претворяясь в известь (окись.—Авт.), действительно умножают свою тяжесть; но столь же долговременно истинная причина сего необычного явления пребывала в неизвестности. А поелику оное таинство основывается теперь на самых яснейших доводах, то может быть некоторые из читателей наших довольны будут, когда мы сообщим здесь краткое описание сего действия... Славный химик г. Лавуазье показывает нам причину совершенно объясняющую все сии явления; он основывает свое изъяснение на прекраснейших и остроумнейших опытах. Мнение его состоит в том, что когда пережигаются металлы, то часть окружающего их воздуха в очие входит..., претворение металла в известь производит умножение в них веса»<sup>12</sup>.

Далее в статье описывались опыты Лавуазье по обжиганию олова и свинца, относящиеся к 1774 г., и приводились убедительные доказательства большой роли воздуха не только при обжигании металлов, но и в процессах дыхания и окисления вообще.

Указанный статья является ценным документом для истории отечественной химии, который показывает, что в 1779—1781 гг. в России был проявлен интерес к первым классическим работам Лавуазье.

В русской естественнонаучной периодической литературе конца XVIII и начала XIX в. кислородная теория нашла широкое отражение и стала основой для объяснения самых различных химических процессов<sup>13</sup>. Из научных и учебных руководств по химии, пропагандировавших кислородную теорию Лавуазье, приведем несколько книг, вышедших в это время.

В 1796—1797 гг. вышел в свет перевод книги И. Ф. Жакена «Начальные основания всеобщей и врачебной химии»; в 1799 г. были изданы на русском языке книга Фуркруа<sup>14</sup>, а в 1800 г.— также книга Ф. Л. Шурера<sup>15</sup> и др.

Передовые естествоиспытатели России — научные преемники Ломоносова — академики В. М. Севергин (1765—1826), Я. Д. Захаров (1765—1836), В. В. Петров (1762—1834), А. Н. Шерер (1771—1824) не только были знакомы с теорией Лавуазье и приняли ее, но стали активными сторонниками новой теории и много сил положили на пропаганду ее в России. При этом они, особенно академик В. В. Петров, не ограничивались пропагандой достижений кислородной теории, но ставили своей задачей на основании тщательно выполненных опытов доказать неправильность тех наблюдений и выводов, которые, казалось, давали повод сомневаться в ней.

В. М. Севергин, примкнув к новой теории в самом начале своей научной деятельности (1789—1792), был одним из самых активных и деятельных сторонников антифлогистической химии в России. Он с 1796 г. стал преподавать химию на основе кислородной теории в Петербургской медико-хирургической школе (с 1799 — академии). В утверждении теории Лавуазье среди русских ученых немаловажную роль сыграло руководство В. М. Севергина «Пробирное искусство»<sup>16</sup>. Это руководство, отражавшее основные достижения химии

<sup>12</sup> «Академические известия», 1779, ч. I, стр. 404, 406.

<sup>13</sup> См., напр., «Московские ученые ведомости» (1805—1807), «Технологический журнал» (с 1804), «Новый магазин естественной истории, физики и химии...», изд. И. Двигубским (с 1820) и многие другие.

<sup>14</sup> Г. Фуркруа. Химическая философия, или основные истины новейшей химии по новому образцу расположенные. Пер. И. Книгина и И. Каменского. Владимир, 1799.

<sup>15</sup> Ф. Л. Шурер. Рассуждение о соединении кислотворного вещества с другими телами, доказанное опытами. Переведено Горного училища студентом Ал. Карпинским. Ч. I и II, СПб., 1800.

<sup>16</sup> Эта работа была написана В. М. Севергиным в 1799 г., а опубликована в 1801 г.

того времени, представляло собой полный курс качественного и количественного анализа, в том числе руд, минералов и других природных соединений. Книга была написана Севергиным на основе кислородной теории с использованием богатого литературного и экспериментального материала как своего собственного, так и других ученых. В предисловии Севергин писал: «Химия в последней половине нынешнего столетия получила совершение новый вид, а вместе с нею и другие, в неразрывной связи с оною находящиеся науки... Умозрения химические сделались явственные и достигли гораздо высшей степени вероятия, нежели каковое имели те, кои прежде его существовали. Оные более подтверждаются опытами, нежели сии последними. Послику не удивительно, что наибольшая часть химиков сделались последователями оных и что толкование наибольшей части химических наук переменили вид свой. Да и большая часть открытий в сих науках, в последние годы сего столетия учеными, проистекли от сего же источника... В совершенном убеждении о большей вероятности и явственности сей новой, так называемой антифлогистической или, справедливее, лавуазьевской теории, принял я намерение учinit приклад оной к пробирному искусству»<sup>17</sup>.

Горячим сторонником кислородной теории был также академик Я. Д. Захаров. В 1801 г. он перевел с немецкого языка книгу Х. Гиртаниера<sup>18</sup>. Это был труд, в котором доказывалась правильность кислородной теории и приводились убедительные опровержения «возражений сталианцев». Захарова, как он сам отмечал в предисловии, именно это и привлекло.

С 1797 г. к антифлогистической химии примкнул выдающийся русский химик Т. Е. Ловиц<sup>19</sup> (1757—1804), который до этого времени придерживался теории флогистона. Он не принимал активного участия в утверждении кислородной теории в России, но сам факт перехода этого авторитетного ученого на позиции новой теории является весьма важным в истории отечественной химии.

Современник Севергина и Захарова, известный русский физик В. В. Петров<sup>20</sup>, в своей хорошо оборудованной физической лаборатории при Медико-хирургической академии проделал ряд физико-химических опытов, связанных главным образом с доказательством правильности кислородной теории. Он считал необходимым для всестороннего обоснования этой теории разрешить четыре вопроса, сформулированных им следующим образом: «1) В безвоздушном месте могут ли гореть какие-нибудь естественные тела? 2) Могут ли в безвоздушном месте или не могут образоваться металлические извести? 3) Могут ли в безвоздушном же месте или не могут быть произведены совершенные кислоты, свойственные разным окисляющимся простым телам? 4) Произведения, если бы оные могли происходить при сих действиях в безвоздушном месте, оказались ли бы тяжелее самих материалов, для оных употребленных?»<sup>21</sup>. При этом В. В. Петровым была выполнена широкая серия опытов для изучения интересующих его явлений. Сюда относятся опыты по горению бескислородных и кислородосодержащих веществ в пустоте, горению тел в различных газах, изучение явлений свечения фосфора и многие другие.

<sup>17</sup> В. М. Севергин. Пробирное искусство, или Руководство к химическому испытанию металлических руд и других исконаемых тел. СПб., 1801, стр. 5—7.

<sup>18</sup> Христофор Гиртаниер. Начальные основания химии, горючее существо опровергающее. Перевел с немецкого Я. Д. Захаров. СПб., 1801.

<sup>19</sup> Т. Е. Ловиц. Избранные труды по химии и химической технологии. Редакция, статьи и примечания Н. А. Фигуровского. М., 1955.

<sup>20</sup> Б. Н. Мешути и В. В. Петров — русский физико-химик начала XIX столетия. «Изв. Ин-та физ.-хим. анализа», 1926, т. 3, вып. 1; «Академик В. В. Петров». Сб. статей и материалов. Под ред. С. И. Вавилова. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940.

<sup>21</sup> В. В. Петров. Собрание физико-химических новых опытов. СПб., 1801, стр. XII—XIII.

Основные результаты опытов В. В. Петров опубликовал в 1801 г. в книге «Собрание физико-химических новых опытов и наблюдений Василия Петрова, профессора физики при Академии Санкт-Петербургской медико-хирургической и свободных художеств», а также в работах, относящихся к 1808—1812 гг.<sup>22</sup>

Общий результат очень большого числа опытов В. В. Петров выразил так: «Где находится кислотворный газ, или по крайней мере основание его, кислотворное вещество, соединенное с твердыми, жидкими или воздухообразными телами, там только и может происходить горение, при помощи такой температуры, которая способна для произведения новых простых или сложных средств, какие могут быть между составными тел частями»<sup>23</sup>. И далее: «С довольною основательностью предварительно можно заключить, что по сгорении многосложных тел в безвоздушном месте, остаток и произведения их должны быть точно такого же веса, каковой имели бы оные тела до опыта»<sup>24</sup>.

Исследования Петрова, безусловно, немало способствовали распространению в России кислородной теории горения. Он был одним из активных борцов, творчески утвердивших справедливость этой теории с помощью точно проведенных опытов.

Убежденным сторонником антифлогистической химии был также профессор Виленского университета Андрей Снидецкий (1768—1838)<sup>25</sup>, который, как и Севергин, с самого начала научной деятельности (с 1797 г.), примкнул к воззрениям Лавуазье<sup>25—26</sup>.

В 1800 г. Снидецким был опубликован двухтомный курс химии<sup>27</sup>. Это был первый польский учебник по химии, материал в котором излагался на основе кислородной теории.

В 1808 г. академиком А. Н. Шерером был издан первый оригинальный русский учебник химии «Руководство к преподаванию химии», в основу которого также было положено учение Лавуазье.

Детальное изложение антифлогистической химии, атомистической теории Дальтона, работ Бертолле, Пруста, Гей-Люссака, Берцелиуса, Деви было дано в пятитомном энциклопедическом руководстве по химии проф. Харьковского, а затем Юрьевского университетов Ф. И. Гизе (1781—1821)<sup>28</sup>.

<sup>22</sup> В. В. Петров. О горении или сожигании различных многосложных твердых тел и некоторых жидкостей в безвоздушном месте. Умозрительные исследования С.-Петербургской Академии наук, т. 1, 1808, стр. 209—275; О сожигании зажигательными зеркалами и стеклами различных многосложных твердых горючих тел в таких газах, в которых горячие тела мгновенно погасают. Умозрительные исследования, т. 2, 1810, стр. 364—369; О невоспламеняемости некоторых твердых, воздухообразных и многих жидких весьма горючих тел и их паров от калильного жара. Умозрительные исследования, т. 2, 1810, стр. 370—384; О негорении твердых простых горючих тел и невозможности происхождения из них как кислот, так и металлических оксидов или извести в безвоздушном месте. Умозрительные исследования, т. 3, 1812, стр. 180—219.

<sup>23</sup> В. В. Петров. Собрание физико-химических новых опытов. СПб., 1801, стр. 151.

<sup>24</sup> Там же, стр. 152.

<sup>25</sup> J. Zawidzki. Die Einführung der Lavoisierschen Theorie in Polen. В. кн.: «Beiträge zur Geschichte der Chemie», herausg. von P. Diergart, Leipzig u. Wien, 1909, стр. 509—514; Jędrzej Śniadecki. Wybor pism naukowych i publicystycznych. P. W. N., Kraków, 1952; А. Ф. Капустинский. Андрей Снидецкий и Виленская школа химиков. «Труды Института истории естествознания и техники АН СССР», т. 12, 1956, стр. 22—39.

<sup>26</sup> Интересно отметить, что когда Наполеон, осматривая в 1812 г. Виленский университет, спросил не без иронии Снидецкого: «Какую же химию здесь преподают?», то получил ответ: «Ту же химию, которую преподают в Париже, ваше величество».

<sup>27</sup> J. Śniadecki. Początki chemii stosowanie do teraźniejszego tej umiejętności stanu dla pożytku uczniów i słuchaczy włożone i za wzór lekcyj akademickich służące. T. 1—2. Wilno, 1800, 2 wyd., 1807; 3 wyd., 1816—1817.

<sup>28</sup> «Всеобщая химия для учащих и учащихся», т. 1—5, Харьков, 1813—1817.

Утверждение кислородной теории требовало пересмотра химической терминологии. Как известно, во Франции новая химическая номенклатура была разработана Лавуазье<sup>29</sup>, Фуркура, Бертолле и Гитоном де Морво в 1787 г.

Необходима была новая терминология и для русских химиков. Учитывая большие различия русского и французского языков, а также специфику различных терминов, прочно укоренившихся в русской химической литературе, русские ученые считали необходимой разработку собственной терминологии, основанной, однако, на принципах, предложенных французскими химиками:

В разработке новой русской химической терминологии принимали деятельное участие В. М. Севергин, А. Н. Шерер<sup>30</sup>, Я. Д. Захаров<sup>31</sup>, М. И. Соловьев и др.

В 1810—1813 гг. В. М. Севергин перевел с французского языка четыре тома химического словаря Шарля-Луи Кадета<sup>32</sup>.

В 1815 г. Севергин издал «Руководство к удобнейшему разумению химических книг иностранных, заключающих в себе химические словари: латинско-российский, французско-российский и немецко-российский, по старинному и новейшему словозначению».

Эти работы сыграли положительную роль в разработке новой русской химической терминологии.

Итак, кислородная теория проникла в Россию уже в конце XVIII в. и нашла среди русских ученых творческих, активных сторонников.

В Московском университете студенты впервые услышали о кислородной теории Лавуазье в 1783 г., когда после двухгодичной (1781—1783) научной командировки из Парижа вернулся профессор естественной истории Ф. Г. Политковский (1753—1809). На торжественном открытии лекций в 1783 г. он первый в России делал опыты «над воздухообразными веществами по законам новейших химиков»<sup>33</sup>.

В 1805 г. «Общество соревнования медицинских и физических наук» при Московском университете объявило следующую тему на соискание премии:

«Начертить краткую и ясную историю новейшей химии, исчислить все новейшие открытия и поправки, сделанные в ней со времен г-на Лавуазье и последователей его; показать перемены, влияние и пользу их на физику, медицину и искусство»<sup>34</sup>.

В 1811 г. профессор В. М. Котельницкий на публичном торжественном акте в Московском университете произнес обстоятельную речь: «Слово о начале, успехах и постепенном усовершенствовании химии», где, между прочим, отмечал, что «Знаменитый Лавуазье, положивший основанием чистый воздух или кислотворное начало, изъяснил явления горения тел, дыхания животных, брожения, превращение металлов в известь, открыл составные части воздуха, воды, исследовал свойства кислот, их начало и происхожде-

<sup>29</sup> Lavoisier. Mémoire sur la nécessité de réformer et perfectionner la nomenclature de la chimie. Paris, 1787.

<sup>30</sup> А. Н. Шерер. Опыт методического определения химических наименований для русского языка. СПб., 1808.

<sup>31</sup> Я. Д. Захаров. Рассуждение о российском химическом словозначении. Умозрительные исследования С.-Петербургской Академии наук, 1810, т. II, стр. 332—354.

<sup>32</sup> Ch.-L. Cadet. Dictionnaire de chimie. T. I—IV, Paris, 1803; Ш.-Л. Кадет. Словарь химический, содержащий в себе теорию и практику химии, с приложением ее к естественной истории и искусствам, обработанный на русском языке трудами Василия Севергина, ч. I — 1810; ч. II — 1811; ч. III — 1812; ч. IV — 1813.

<sup>33</sup> «Речи профессоров и преподавателей Московского университета», т. II, М., 1820, стр. 250.

<sup>34</sup> «Московские ученые ведомости», 1805, 11 февраля, № 6, стр. 47.

ние, усовершенствовал разрешение (анализ.—Авт.) растений. Его теория есть самый надежный вождь и руководитель в химических изысканиях»<sup>35</sup>.

С момента создания самостоятельной кафедры химии в Московском университете (1804) преподавание химии было построено на основе кислородной теории. Профессором химии в Московском университете был в это время Ф. Ф. Рейсс. С 1804 г. Ф. Рейсс читал курс «Всеобщей химии с физико-химическими опытами». При этом он рекомендовал своим слушателям в качестве учебного руководства книгу Гермбингтедта (второе издание). Поэтому никак нельзя согласиться с ошибочным, но в настоящее время широко распространенным утверждением В. В. Марковникова, что «в 1815 г. в Московском университете господствовало еще учение Стала»<sup>36</sup>.

Нельзя также согласиться с мнением П. И. Вальдена, который утверждал, что «преобразование флогистической химии в антифлогистическую и процесс проникновения взглядов Лавуазье во все области химии... не встречает в России ни активных борцов, ни видимого сопротивления»<sup>37</sup>.

<sup>35</sup> «Речи профессоров Московского университета», М., 1819, т. I, стр. 27.

<sup>36</sup> В. В. Марковников. Исторический очерк химии в Московском университете. «Ломоносовский сборник». М., 1901, стр. 45—46.

<sup>37</sup> П. И. Вальден. Очерк истории химии в России. Одесса, 1917, стр. 410.

Н. А. ФИГУРОВСКИЙ, М. Г. ЦЮРУПА

## ТРУДЫ Г. И. ГЕССА В ОБЛАСТИ НЕОРГАНИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Академик Герман Иванович Гесс (1802—1850) широко известен своими термохимическими исследованиями. Но деятельность этого талантливого химика не ограничивалась областью термохимии. Как и большинство ученых его времени, Гесс был чрезвычайно разносторонним исследователем. Он работал в области физической, неорганической, аналитической и органической химии.

При рассмотрении работ Гесса по аналитической химии прежде всего обращает на себя внимание его подход к исследованию. Он не просто проводил анализ того или иного объекта по общепринятой схеме. Обычно в процессе работы он попутно разрешал какой-то интересующий его теоретический вопрос и поднимал анализ до уровня научного исследования.

Относясь критически к принятым методам, Гесс стремился проверить их, усовершенствовать и всемерно повысить их точность.

Интерес Гесса к аналитической химии проявился с первых шагов его научной деятельности. Его докторская диссертация (1825) была озаглавлена «Изучение химического состава и целебного действия минеральных вод России»<sup>1</sup>. Опубликованные аналитические исследования Гесса дают полное представление о применявшихся им методах.

В 1827 г. Гесс, проводя анализ воды р. Сагиц вблизи Иркутска, пользовался общепринятыми в то время весовыми методами определения содержания солей<sup>2</sup>. Так было определено содержание в воде сульфатов, хлоридов, солей кальция и магния. Делалась также качественная проба на литий с карбонатом аммония и фосфатом натрия, давшая отрицательный результат. Попутно Гесс ставил и теоретический вопрос: каков состав выпадающих в осадок карбонатов магния и кальция? Получаются ли при этом карбонаты, бикарбонаты или «трикарбонаты», как он выражается, имея, очевидно, в виду двойные соли. Гесс обрабатывал осадок определенными количествами соляной кислоты до прекращения выделения углекислоты и на основании этого пытался сделать заключение о количестве углекислоты, приходящейся на данный вес «земель» (т. е. окисей кальция и магния).

При анализе воды р. Невы (1831)<sup>3</sup> Гесс делал пробу на бром, пропуская хлор и обрабатывая затем воду этиловым эфиром. В данном случае проба дала отрицательный результат, но примерно в то же время Гесс обнаружил бром в маточных рассолах Старой Руссы<sup>4</sup>. Гесс исследовал также певскую

<sup>1</sup> «Biographisches Lexikon der hervorragenden Aerzte aller Zeiten und Völker». Wien u. Leipzig, 1886, стр. 183.

<sup>2</sup> «Ann. Phys. u. Chem. von Poggendorffs». Leipzig, 1827, B. 9 (85), стр. 491—496.

<sup>3</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1831, 6 séér., t. 1, стр. 195—199.

<sup>4</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1831, 6 séér., t. 1. «Bull. scient.», стр. IV.

воду на содержание нитрата по растворимости в неё золота в присутствии соляной кислоты. Он пишет: «Это дало мне случай проверить, насколько точен метод Волластона для обнаружения присутствия азотной кислоты и не является ли лучшим метод Либиха, предложенный недавно»<sup>5</sup>. Для этого Гесс проводил опыты с разбавленным раствором нитрата. Метод Волластона оказался точнее.

Таким образом, двум обычным анализам речной воды сопутствовали попытки разрешения теоретического вопроса и сравнения методов анализа.

С такой же тщательностью в 1826 г. Гесс провел анализ солей озер Иркутской губернии<sup>6</sup>.

Это исследование было предпринято по просьбе Иркутского губернатора для выяснения причины гигроскопичности соли. Гесс определял наличие примесей солей алюминия, кальция, магния и сульфатов обычными весовыми методами, следуя указаниям Берцелиуса. Расчет количественного содержания солей по весу полученных нерастворимых соединений производился по таблицам Берцелиуса. Но Гесс на этом не остановился. К чистой поваренной соли он добавил определенные количества примесей и установил, что именно они вызывают гигроскопичность соли. Далее он указал, что найденные примеси оказывают вредное влияние на здоровье населения, употребляющего эту соль, вызывая различные болезни. Гесс считал, что надо во что бы то ни стало улучшить качество соли. Этого можно достигнуть двумя путями: изменить режим кристаллизации солей и применить химическую очистку. Очистку можно производить, осаждая примеси раствором поташа, полученного из золы тех же дров, которые употребляются для подогревания маточных рассолов.

Судить о качестве соли только по ее внешнему виду, как это делали государственные чиновники, Гесс считал недопустимым. Нужно, по его мнению, применять для этой цели ареометр, при помощи которого можно найти содержание в растворе посторонних солей. Такой ареометр в свое время был предложен Парротом, но Гесс изменил принцип работы с ним. Паррот измерял абсолютный удельный вес растворов, а Гесс сравнивал удельные веса насыщенных растворов поваренной соли с различным содержанием посторонних солей и удельные веса природных рассолов. Для того, чтобы составить шкалу удельных весов, надо провести, по мнению Гесса, очень большую работу по определению удельных весов растворов различного состава при определенной температуре. Гесс писал, что если эта работа будет признана нужной, то он за нее с удовольствием возьмется. Таким образом, анализ солей природных рассолов вызвал к жизни ряд практических предложений.

Гесс занимался исследованием состава отечественных руд и минералов: со временем Ломоносова выполнение этой работы входило в обязанности русских академиков-химиков.

Гесс разработал метод выделения теллура и серебра из колыванского теллуростого серебра<sup>7</sup>. Им был также произведен анализ четырех минералов: вёртита<sup>8</sup>, гидробората<sup>9</sup>, диоптаза<sup>10</sup> и уваровита<sup>11</sup>. Во всех случаях на основании данных анализа выводилась формула минерала.

<sup>5</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1831, 6 séér., t. 1. стр. 196.

<sup>6</sup> Там же, стр. 11—24.

<sup>7</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1833, 6 séér., t. 2; «Bull. scientifique», № 6, стр. I—II.

<sup>8</sup> «Recueil des actes de l'Acad. St.-Pétersbourg», 1831, стр. 57—64; «Annalen der Physik und Chemie von Poggendorffs». Leipzig, 1831, B. 21 (97), стр. 73—75; «Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou», 1832, t. 4, стр. 307—310; «Труды Минералог. общества в СПб.», 1842, ч. 2, стр. 439—445.

<sup>9</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1833, 6 séér., t. 2, liv. 6, стр. 673—676.

<sup>10</sup> «Ann. Phys. u. Chem.», Leipzig, 1829, Bd. 16 (92), стр. 360—363.

<sup>11</sup> «Bull. de la Soc. Imp. des Nat. de Moscou», 1832, t. 4, стр. 311—312.

Интересной работой в этой области является анализ минерала везувиана, проведенный Н. А. Ивановым (1816—1883) под руководством Гесса<sup>12</sup>.

Гесс пишет, что по мнению многих минералогов химическая формула этого минерала совпадает с формулой граната. Такой точки зрения придерживается, например, Густав Розе. Поэтому Гесс поручил Иванову, одному из своих выдающихся учеников, произвести анализ прекрасно сформированного кристалла. В результате анализа было показано, что формула везувиана отличается от формулы граната (что в настоящее время является установленным фактом).

«Анализ Иванова,— заключает Гесс,— не подлежит сомнению, так как он был проделан так же, как и все анализы, производимые под моим руководством, т. е. из весового количества, не известного лицу, производящему анализ. Число, данное анализом, согласуется с весом вещества, подвергавшегося анализу, а так как этот вес устанавливается самим, то никакой ошибки не могло вкрадаться в результаты анализа. Я тем более счастлив сообщить этот результат Академии, что, насколько я знаю, это первый научный результат, полученный русским химиком»<sup>13</sup>. Относительно последнего, вероятно, следует иметь в виду работы по установлению точного состава минералов.

Наконец, в одной из своих работ Гесс получает закись окись кобальта и устанавливает ее формулу<sup>14</sup>. Эта работа имеет уже чисто теоретический интерес. Гесс указывает прежде всего, что для получения совершенно чистой окиси кобальта существует несколько методов. Лучшие из них — методы Вёлера и Кенвилля. Гесс использовал метод Кенвилля. Минерал, содержащий кобальт, растворяется в азотной кислоте, избыток которой удаляется выпариванием. Соляная масса растворяется в воде, и раствор насыщается поташом до полного выпадения в осадок арсената окисного железа (*arséniate ferrique*). После отделения осадка кобальт осаждается оксалатом калия. Осадок оксалата кобальта содержит некоторое количество никеля и меди; никель отмывается аммиаком, а медь остается в осадке. Гесс указывает, что неизвестно, получается ли при этом двойной оксалат меди и кобальта или простая смесь двух солей. Для отделения меди осадок оксалата растворяют в соляной кислоте и пропускают через раствор сероводород. Медь отделяют в виде сульфида, а из раствора переосаждают оксалат кобальта, прокаливанием которого получают окись. Состав этого окисла не был еще точно установлен. Гесс, восстанавливая окисел нагреванием в токе водорода, в результате ряда опытов установил, что в исследуемом окисле на 100 частей кобальта приходится в среднем 35,93 части кислорода. В закиси кобальта  $\text{Co}(\text{CoO})$  на 100 частей металла приходится 27,097 части кислорода. Следовательно, содержание кислорода в закиси кобальта  $\text{Co}(\text{CoO})$  относится к содержанию кислорода в исследуемом окисле, как 27,097 : 36,12 = 3 : 4. Отсюда формула этого окисла напишется так:  $\text{Co} + \text{Co}$ , т. е.  $\text{CoO} \cdot \text{Co}_2\text{O}_3$ , или  $\text{Co}_3\text{O}_4$  (закись окись кобальта, *oxide cobalto-cobaltique*).

В отношении метода исследования Гесс был продолжателем традиций Берцелиуса и Розе: анализ проводился им всегда весовым путем.

Остается сказать еще об одной научной заслуге Г. И. Гесса. Изучив самым тщательным образом работы немецкого ученого И. Б. Рихтера, который впервые ввел понятие стехиометрии, Гесс показал тот большой вклад, который внес этот учений в развитие химии вообще и аналитической химии в частности<sup>15</sup>.

<sup>12</sup> «Bull. scient. publ. par l'Acad. Imp. des Sci. de St.-Pétersbourg», 1838, t. 3, № 24, стр. 372—373.

<sup>13</sup> Там же, стр. 373.

<sup>14</sup> «Mém. Acad. St.-Pétersbourg», 1833, 6 сér., т. 2, liv. 4, стр. 393—400.

<sup>15</sup> G. H. Hess. Sur les travaux de Jérémie-Benjamin Richter. «Recueil des actes de l'Acad. St.-P.», 1841, стр. 51—73.

Гесс пишет по этому поводу: «Многие помнят еще, каким образом представлялись анализы (вернее, результаты анализов.—Авт.); все было сведено к сопутствующим частям, и отсюда происходила путаница, тормозящее действие которой нужно было испытать, чтобы оценить по достоинству систему обозначений, употребляемую сейчас. Это был Иеремия-Бенжамен Рихтер, ассессор в конторе министра дела в Берлине, который бросил в этот хаос первые основы порядка»<sup>16</sup>.

Но работа Рихтера не была оценена по достоинству. Берцелиус, который занимался исследованием работ Венцеля и Рихтера, прописал всю честь открытия Венцелю. В этом сыграло решающую роль то обстоятельство, что Рихтер принимал за отправную точку карбонат алюминия — вещество, которое, как пишет Гесс, не существует в действительности. Разбирая подробнейшим образом работу Рихтера, Гесс показывает, что хотя Рихтер и говорит о карбонате алюминия, но при всех расчетах оперирует с алюминием, который содержится во взятом им соединении, как 542 в 1000. Гесс пишет, что Рихтер брал непрокаленный осадок потому, что при прокаливании получается нерастворимая в кислотах окись алюминия.

В своей статье Гесс весьма подробно разбирает опыты Рихтера и показывает их значение. «Он делает анализы,— пишет Гесс,— выводит из них общий принцип, и с этого момента эти самые анализы не могут больше удовлетворить все возрастающих требований науки. С этого момента задача, предложенная Рихтером, становится гигантской. Нужны новые методы. Ими мы обязаны Берцелиусу. Он выполнил эту работу с точностью, равной которой почти нет и которая не только не была превзойдена, но и никогда не будет превзойдена теми же методами»<sup>17</sup>.

Гесс отмечает, что он читал и перечитывал сочинения Венцеля, но нигде не нашел тех обобщений, которые сделал Рихтер. Гесс указывает далее, что в своей работе Рихтер впервые применил буквенные обозначения для некоторых новых элементов (хрома, титана, теллура), что было впоследствии предложено Берцелиусом для всех элементов. Наконец, Рихтер установил понятие «нейтральный раствор» и вилотную подошел к определению понятия «эквивалент», так как пытался определить весовые количества кислорода, соединяющиеся с определенными количествами металлов.

В заключение Гесс пишет: «Что касается наук, то здесь работы подразделяются на две категории, очень отличные друг от друга: одни по новизне и общности своих результатов открывают новое поле для исследований и распространяют большие «правды», которые удивляют и поражают то поколение, которое видит их рождение. Эти работы создают эпоху в истории развития познания, и человек почти никогда не остается неблагодарным по отношению к этим благодеяниям. Другие работы, хотя часто такие же трудные, как и предыдущие, являются лишь данью нашей любви к науке, правом на уважение со стороны наших современников. Эти работы преследуют и расширяют пути уже изведанные. Последние дают нам право на уважение только пока мы живы... после нашей смерти достаточно одного поколения, чтобы забыть наше звание: приводят факты, забывая, кто автор»<sup>18</sup>.

В течение своей продолжительной педагогической деятельности в Горном институте (с 1832 по 1850 г.) Гесс способствовал формированию в России квалифицированных кадров аналитиков и подготовил себе достойных преемников по кафедре химии в Горном институте.

<sup>16</sup> Там же, стр. 54.

<sup>17</sup> Там же, стр. 62.

<sup>18</sup> Там же, стр. 72.

Д. И. ЩЕРБАКОВ

АКАДЕМИК А. Е. ФЕРСМАН — ОСНОВАТЕЛЬ КОЛЬСКОЙ БАЗЫ  
АКАДЕМИИ НАУК СССР

История открытия и освоения ископаемых богатств Хибинских и Ловозерских тундр в известной степени является историей развития научного творчества А. Е. Ферсмана и примером правильных взаимоотношений между наукой и промышленностью.

Блестящие дарования Александра Евгеньевича Ферсмана проявились полностью во время работ, связанных с изучением и освоением месторождений полезных ископаемых Кольского полуострова. Эти исследования привели не только к замечательным научным и практическим результатам, но и к выработке новых, советских форм организации научной работы.

Напомним вкратце главнейшие этапы исследовательских работ, проведенных под руководством А. Е. Ферсмана.

Великая Октябрьская социалистическая революция создала совершенно новые условия для развития науки. Коммунистическая партия в первые же месяцы существования Советского государства поставила перед учеными задачу всестороннего изучения и освоения производительных сил нашей родины.

Решающее значение имело обращение В. И. Ленина к Академии наук в апреле 1918 г. в связи с осуществлением задач, которые были им поставлены в работе «Очередные задачи советской власти».

По поручению В. И. Ленина Комиссариат народного просвещения обратился к Академии наук с предложением развернуть исследования производительных сил страны. С этого момента вопросы планомерного, систематического изучения природных богатств нашей страны получили мощное развитие. Правительством были отпущены значительные средства на проведение экспедиций Академии наук.

Весной 1918 г. по указанию В. И. Ленина была образована Северная научно-промышленная экспедиция Высшего Совета Народного Хозяйства (Севэкспедиция ВСНХ), которая вместе с Академией наук развернула кипучую деятельность на Европейском Севере. Составной частью работ экспедиции, проведенных по инициативе С. М. Кирова, были исследования А. Е. Ферсмана на Кольском полуострове. Они начались в то время, когда молодая, еще не окрепшая Советская Республика испытывала серьезные трудности.

В 1920 г. А. Е. Ферсман и А. П. Каргинский приняли участие в работе комиссии Мурманской железной дороги по предварительной оценке месторождений ископаемых этого района. На пути в Мурманск, на одной из станций, где поезд должен был простоять около часа, они вышли, чтобы ознакомиться с породами близлежащего массива. Поднятые образцы не-

фелинового сиенита с незнакомыми минералами заинтересовали Ферсмана и на многие годы предопределили его дальнейшую деятельность.

После этой поездки А. Е. Ферсман осенью 1920 г. организовал первую экспедицию на Кольский полуостров для ознакомления с Хибинским массивом, а затем с 1921 г. ежегодно организовывал и руководил экспедициями в этот неисследованный край, привлекая к участию в экспедициях не только минералогов, петрографов и геологов, но и многочисленных научных работников других специальностей.

В результате огромной научно-исследовательской работы на Кольском полуострове были обнаружены богатейшие месторождения апатита, пегматита, различных редких минералов, железных руд и пр. А. Е. Ферсман писал: «Среди всех переживаний прошлого, среди разнообразных картин природы, самым ярким в моей жизни явились впечатления Хибин — целого научного эпоса, который почти 20 лет заполнял все мои думы, силы, энергию, овладел всем моим существом, заострял волю, научную мысль, желания, надежды. Были годы, когда вся жизнь, все интересы вращались вокруг Хибин, заостряя целеустремленность, укрепляя взаимным интересом, соединяя молодых и старых хибинцев — целое «племя» увлеченных людей. Только этим упорством и упрямством, только огромной работой над Хибинами мы смогли добиться результатов в этой стране чудес, стране, как в сказке, раскрывавшей перед нами свои богатства»<sup>1</sup>.

Коллектив минералогов, петрографов, географов, почвоведов, ботаников и геоморфологов работал с энтузиазмом, несмотря на труднейшие условия Заполярья. А. Е. Ферсман делил с молодежью все певзгоды и лишения, а их было немало в первые годы исследовательской работы в Хибинах.

Одновременно возникали мысли о необходимости создания в Хибинах хотя бы небольшой базы для экспедиционных работ. Эта идея оформилась постепенно, по мере развития академических экспедиций и открытия полезных ископаемых.

Экспедиции протекали в суровых природных условиях Заполярья. Сильный ветер, дождь, смешанный со снегом, высокие горные кряжи, трясины и болота изнуряли членов экспедиций. К тому же в первые годы работы приходилось перетаскивать на своих плечах от заброшенной железнодорожной станции Хибины тяжелые грузы — походные палатки, спаривание, продовольствие и т. п.

Сидя на отдыхе в палатке, участники экспедиции мечтали об устройстве в разных частях Хибин горных хижин типа альпийских убежищ, в которых можно найти в непогоду дрова и сухой кров.

Эта идея особенно окрепла после перенесения исследовательского центра на берег оз. Вудъяр, откуда были более доступны центральные части Хибин и Ловозерские тундры. В 1923 г. А. Е. Ферсман решил создать на берегу оз. М. Вудъяр научный центр летних работ и построить там дом.

Летом 1923 г. на травянистом плато Расвумчорра были найдены первые большие валуны апатитовой породы. В следующем году количество находок увеличилось. Стало ясно, что где-то вблизи найденных обломков находятся крупные, коренные залежи. Изучение собранных образцов показало, что в их составе много минералов, богатых алюминием.

Существенный сдвиг в решении апатитовой проблемы произошел, однако, только в конце 1926 г. после обнаружения мощных, коренных толщ апатитовых пород на Юкспоре.

Первые подсчеты запасов дали столь огромные, казавшиеся неправдоподобными цифры, что для проверки этих данных потребовалась посылка

<sup>1</sup> А. Е. Ферсман. Кристаллография алмаза (классики науки). Изд-во АН СССР, 1955, стр. 509.

небольшой группы специалистов. Все предположения не только подтвердились, но и были многократно превзойдены.

После этого начался второй этап работ на Хибинах, проходивший под знаком промышленной разведки месторождений и первых технологических изысканий. Началась борьба за апатит. Попытка найти средства на поиски и разведку наталкивалась на недоверие некоторых геологических учреждений.

Наконец, в 1928 г. первой разведовательной экспедиции на Кукисвумчорре под руководством геолога В. И. Владавца удалось построить «каменный дом» — избу из уртита с плоской крышей и одним окном. А. Е. Ферсман обратился в Академию наук с ходатайством о необходимости постройки дома. На строительство было ассигновано 35 000 руб. На смену завалившейся избушке Владавца в Лопарской долине были построены три дома Научно-исследовательского института по удобрениям. От разъезда Белый к месту работы потянулась гужевая дорога. Нужно было развивать полярное хозяйство. Была поставлена задача организации научного учреждения в Хибинах, которое могло бы решать все вопросы на месте.

В 1929 г. никто и представить себе не мог, что эта дикая и безлюдная местность вскоре превратится в крупный горнопромышленный центр. С. М. Киров поддержал А. Е. Ферсмана, доказывавшего необходимость промышленной разработки грандиозных запасов апатитово-нефелиновых пород и организации научно-исследовательской работы по переработке апатитов. С 1929 г. крупные исследования развернули на апатитах Научный институт удобрений. В сентябре 1929 г. Совет Труда и Обороны вынес постановление о постройке железнодорожной ветки в Хибины. Желая проверить условия жизни в заполярной тундре, считавшейся непригодной для обитания, С. М. Киров в конце 1929 г. поехал в Хибины и установил на месте, что здесь можно и должно добывать апатитовую руду. В ночь на 1 января 1930 г. на заседании под председательством Сергея Мироновича Кирова, в маленьком домике разведочной партии, первом домике в Хибинских горах (ныне сохранившемся как «Домик С. М. Кирова»), было решено начать разработку хибинских месторождений. После этого учреждается и первый горно-промышленный трест на Кольском полуострове — трест «Апатит».

Молодой трест «Апатит» оказал первую существенную помощь в деле постройки Горной станции, выделив стандартный дом и необходимые средства.

Начался третий этап освоения Хибинских недр.

С. М. Киров организовал строительство северных гидростанций, необходимых для снабжения электроэнергии зарождавшейся горной промышленности; по его указанию были сооружены первенцы электрификации Заполярья — гидростанции на реках Нива и Тулома.

Для развития научных исследований С. М. Киров создал и возглавил особый Карело-Мурманский комитет, занимавшийся разработкой проблем освоения нашего Севера. Сергей Миронович был инициатором широко развернувшихся геологических исследований Кольского полуострова, в результате чего были найдены ценные полезные ископаемые.

В напряженной стройке железной дороги, города, рудника, фабрики, электростанции проходила весна 1930 г. Транспортных средств не хватало. Все местное население было занято на перевозке стандартного дома и строительных материалов, выделенных трестом «Апатит» для научной станции. Ранняя весна необычно усложнила работу. А. Е. Ферсман потом часто вспоминал, как он и Е. П. Кесслер несколько раз пробирались к озеру и намечали трассу новой дороги.

К началу весны здание было готово, а в июне 1930 г. состоялось открытие первого дома Горной станции. В летнее время эта станция служила базой десяткам изыскательских отрядов. День и ночь кипела работа. По-прежнему,

было много трудностей, но они успешно преодолевались. А. Е. Ферсман умел передать свой энтузиазм всем работникам нового строительства. 20 сентября того же года было закончено строительство автомобильного шоссе, и по нему прошли первые машины с грузом собранных коллекций и молибденовой руды. Это был подарок Академии наук от участников экспедиций.

Началось строительство нового здания Горной станции<sup>2</sup> и организация Полярного ботанического сада Академии наук.

5 ноября 1936 г. был проведен телефон между станцией и городом, а в 1938 г. Нивская электростанция дала первый ток. Строились новые корпуса жилых домов, и на месте берестовой вежи создавался новый город.

Организованная по постановлению Президиума Академии наук Горная станция Академии наук в июне 1934 г. была преобразована в Кольскую базу Академии наук, которой в декабре 1934 г. было присвоено имя С. М. Кирова.

Подводя итоги научной деятельности станции в 1940 г., А. Е. Ферсман отмечал, что за два десятилетия в ее работе приняли участие 150 академических отрядов. Строительство Горной станции и Кольской базы Академии наук обошлось около 4 млн. руб., годовая же стоимость продукции одного только апатита превышает 70 млн. руб., ценность всех горно-химических и металлургических производств будет измеряться многими и многими миллионами рублей в год.

Строительство станции показало силу науки и ее способность приносить плоды тогда, когда она тесно связана с самой жизнью, с хозяйством. Только подлинно научная постановка вопроса дала возможность превратить решение хибинской проблемы в завоевание социалистической промышленности и культуры.

А. Е. Ферсман пишет, что задачи экспедиций были научные, чисто научными были и методы работы. Нужно было решить проблемы минералогии и геохимии. Работы велись прежде всего для выяснения основных законов строения хибинских тундр, истории их образования и связи отдельных скоплений химических элементов с геологическим прошлым этих массивов. Был установлен ряд закономерностей в излияниях расплавленных масс и в их географических или хронологических взаимоотношениях, установлена система дуг — подков, которым подчинены в наших тундрах все геологические явления. По этим дугам шли поиски и разведки апатитовых скоплений, и установленные закономерности облегчили работу и дали ей определенное направление.

Если первые находки апатита были делом случая или умения среди однообразных серых пород подметить что-то новое, то дальнейшее освоение всецело базировалось на научных выводах, к которым привели десятки лет упорной работы над геохимией хибинских и ловозерских тундр.

Очень интересны прогнозы А. Е. Ферсмана о путях дальнейшего освоения Хибинского массива. «Основное богатство Хибин,— отмечает он,— будет заключаться в полезных ископаемых этого района: пять — шесть рудников будут добывать апатито-нефелиновую породу в количестве нескольких миллионов тонн ежегодно, сбрасывая крупными взрывами покрывающие их шапки нефелиновых пород. С ними попутно будут добываться и титановые руды. В глубине цирков Тахтарвумчорра может быть будет расположена молибденовый рудник.... На западных склонах Ловозерских тундр будут расположены циркониевые рудники, которые должны выделять на другие фабрики циркониевое сырье для осветительной и керамической промышленности Союза»<sup>3</sup>.

<sup>2</sup> Законченное к апрелю 1932 г.

<sup>3</sup> А. Е. Ферсман. Апатито-нефелиновая проблема Хибинских тундр. Материалы по химизации народного хозяйства СССР, вып. V. Научно-химтехн. изд-во. Н. Т. Упр. X., Л., 1929, стр. 80.

«Новая промышленная жизнь загорится в Мурманском крае, и тысячи поездов повезут из него ценнейшее сырье в разные стороны... Главные количества породы пойдут на юг Кольского полуострова, где на больших источниках водной энергии—на Ниве, на Ковде, Кеми и Выге будут заложены мощные гидроэлектрические установки для переработки различных продуктов хибинской породы»<sup>4</sup>.

«На одних фабриках на этих реках будут разделяться апатиты от нефелина и титановых руд, на других — эти вещества получат дальнейшую переработку. Титан будет извлекаться в количествах нескольких тысяч тонн, давая или ценные титановые сплавы, или великолепную белую краску, идущую на смену свинцовому и цинковому белилам; из апатита будет выделяться строцкий для разнообразнейших видов промышленности: редкие земли — для осветительной техники и сплавов. Фосфориты и апатит не будут больше перерабатываться на суперфосфаты, а будут на мощных фабриках и заводах превращаться в специальные комбинированные удобрения, сочетающие калий и азот с фосфором в особые соединения. Азот будет получаться из воздуха; а калий — из нефелина.

Одновременно на этих же гидроэлектрических установках будет подвергаться переработке и нефелин: стекольное производство, химические продукты разного типа и, наконец, металлический алюминий должны найти себе место в этих установках, и трудно себе сейчас даже представить тот масштаб, который получат различнейшие применения этого нового минерального сырья. Может быть, нефелина даже не будет хватать, если заводы должны будут использовать только апатитовую породу и тогда будут заложены в Южных Хибинах новые ломки, которые будут добывать в простых каменоломнях нефелиновую породу — уртит, ийолит».

«Таковы картины будущего; их размах и разнообразие еще далеко не охватываются нарисованными штрихами. Совершенно новые исходные продукты сырья выдвинут совершенно новые методы обработки и новые задачи, и сейчас трудно еще предвидеть те пути, по которым пойдет новая промышленность»<sup>5</sup>.

Прошло немногим более десяти лет со дня смерти Александра Евгеньевича Ферсмана. Высказанные им идеи полностью претворяются в жизнь. За это время сильно приумножились разведанные горные богатства Кольского полуострова: были найдены совершенно новые виды минерального сырья; выросли запасы уже известных месторождений.

Но самое замечательное — это наметившийся гигантский разворот промышленности нашего Севера, превосходящий во много раз все прежние предположения.

<sup>4</sup> А. Е. Ферсман. Апатито-нефелиновая проблема Хибинских тундр. Материалы по химизации народного хозяйства СССР, вып. V. Научно-химтехн. изд-во Н. Т. Упр. Х., Л., 1929, стр. 80, стр. 80—81.

<sup>5</sup> Там же, стр. 80—81.

Я. М. СВЕТ

## ДАЛЬНИЕ ПЛАВАНИЯ КИТАЙСКИХ МОРЕХОДОВ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XV ВЕКА<sup>1</sup>

Источники, в которых отражена история китайских плаваний начала XV в., весьма многочисленны, и документальные свидетельства, прямо или косвенно относящиеся к этим экспедициям, встречаются не только в литературных памятниках XV и XVI вв., но и в эпиграфике. Новые открытия надписей в 30-х годах нашего столетия содействовали успешному разрешению многих спорных вопросов хронологии дальних морских походов и обогатили географическую науку материалами огромной познавательной ценности.

Все источники условно можно подразделить на следующие три группы:

1. Описания (записки) непосредственных участников плаваний.
2. Сведения различных китайских источников второй половины XV—XVIII вв.
3. Эпиграфика и в первую очередь мемориальные надписи Чжэн Хэ в Люцзянце и Чэнло.

1. Описания непосредственных участников плаваний. Три участника походов Чжэн Хэ (鄭和), Ма Хуань (馬歡), Фэй Синь (費信) и Гун Чжэнъ (駢珍) в период между 1425 и 1436 гг. описали моря и земли, которые посетили китайские флотилии в период великих плаваний.

Материалы этих описаний лишь в весьма слабой степени затрагивают историю организации экспедиций и вопросы «большой политики», которые определяли деятельность Чжэн Хэ в южных и западных морях.

Тем не менее значение этих источников огромно. Их можно рассматривать как собрания сведений по физической и политической географии и этнографии Малайского архипелага, Индо-Китая, Цейлона, Малабарского побережья Индии, Хормузса, Южной Аравии и восточного побережья Африки.

Ценность этих сведений тем более значительна, что собирали их зоркие и наблюдательные люди, принимавшие активное участие в дальних заморских плаваниях.

Ма Хуань, китайский мусульманин, в 1413 г. был назначен переводчиком во флотилию Чжэн Хэ. Он принял участие в нескольких плаваниях и между 1425 и 1432 гг. написал трактат «Обозрение берегов океана».

Ма Хуань описал следующие страны: Аниам (Цзяло-чики), Яву (Чжаова), Палембанг (Цзюцзянь), Сиам (Сяньло), Малакку (Манилацзя), Ару (Алу), Самудру (Сументала), Лиде (Литань), местности на северном берегу Суматры, Цейлон (Силань), Квилон (Сло-кулань), Кочин (Гочжи), Каликут (Гули), Мальдивские острова (Люшань), Бенгалию (Банола), Аден (Эдань), Хормуз (Хулумусы). Текст «Обозрения» в различных китайских изданиях

воспроизводится в двух вариантах — оригинальном и в переработке Чжан Шэна (張 爾), относящейся ко второй половине XV в. Одно из наиболее ранних изданий, в котором полностью были приведены оба варианта и собрание древних текстов «Цзи лу хой бянь» (紀錄彙編) ученого-библиофила Чэнь Цзи-фу, (沈 節甫), вышло в свет около 1617 г.<sup>1</sup>. В каталоге «Дань шэн тан цзан шу му» (1620 г.) (澹生堂藏書目) отмечено пять собраний текстов, в которых к этому времени уже был воспроизведен оригинальный вариант Ма Хуания<sup>2</sup>. Переработка Чжан Шэна была издана впервые его сыном в 1522 г. и с тех пор многократно переиздавалась. Новейшее критическое издание «Обозрения берегов океана» вышло в Шанхае в 1935 г. под редакцией Фэн Чэн-цзюна (馮 承釗)<sup>3</sup>.

Фэй Синь долгие годы плавал на кораблях Чжэн Хэ и собрал обильный материал о «варварских странах» и на основании цепосредственных наблюдений написал трактат «Победное шествие звездных плотов» («Син ча шэн лань» — 星 槓 勝 覽).

Фэй Синь закончил работу над своим трудом в 1436 г., спустя несколько лет после появления трактата Ма Хуания; Фэй Синь многое заимствовал у своего предшественника, но круг стран, которые охватывают описания Фэй Синя, шире, чем у Ма Хуания. Фэй Синь пишет о 40 странах<sup>4</sup>, в том числе и об африканских землях, открытых китайскими мореплавателями.

Следует отметить, что Фэй Синь во флотилиях Чжэн Хэ вел работы по составлению морских карт. Карты эти до нас не дошли, но в географических трудах XVI в. содержатся ссылки на утраченные оригиналы эпохи Чжэн Хэ.

«Победное шествие звездных плотов» начиная с 1544 г.<sup>5</sup> неоднократно воспроизводилось в различных собраниях текстов. В собрании «Цзи лу хой бянь» оно занимает 61 главу.

О третьем трактате участника плаваний Чжэн Хэ — «Обозрении варварских стран Запада» (西洋番國誌) в каталоге императорской библиотеки «Сыку цюань шу цан му» (XVIII в.) сказано, что автор его, Гун Чжэнь, был писцом во флотилии Чжэн Хэ, плавал с ним три года и оставил (в 1432—1434 гг.) описание двадцати стран.

К сожалению, сохранились лишь незначительные отрывки из трактата Гун Чжэня.

Полных переводов указанных трех работ нет ни на русском, ни на западноевропейских языках.

Значительные отрывки из «Обозрения берегов океана» и «Победного шествия» в 70-годах прошлого века перевел на английский язык В. Груневельдт<sup>6</sup>.

<sup>1</sup> Текст Ма Хуания помещен в главе 62, переработка под заглавием «Исправление обозрения берегов океана» (改正瀛涯勝覽) Чжан Шэна — в главе 63. По объему текст Чжан Шэна почти вдвое меньше текста оригинала. Р. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois au début de XVI siècle. «T'oung Pao», XXX, 1933, стр. 241—242, 246.

<sup>2</sup> Р. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois au début de XVI siècle, стр. 224.

<sup>3</sup> Р. Pelliott. Encore à propos des voyages de Tcheng Ho. «T'oung Pao», XXXII, 1936, стр. 210.

<sup>4</sup> Аниам (две местности), остров Пуло-Кондор, Панронг в южном Вьетнаме, Камбоджа, Сиам, остров Каримата, Ява (две местности), Суматра (шесть пунктов на северном побережье), Тимор, остров Близлитон, Паханг (Малаккский полуостров), острова Анамба, Сингапурский пролив, острова Ланакави, остров Сембилиан, Никобарские острова, Цейлон, Малдивские острова, Квинон, Каликут, Хормуз, Бандар-Селинган, Аден, Ласа (?), Джоффар, Мекка, Брава, Джуббо и Магадино. Последние три пункта расположены на Сомалийском берегу.

<sup>5</sup> В 1944 г. издано в собрании текстов «Старинные сказания о морях» (古今說海), составленном Лу Цзи (см. Р. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois au début de XVI siècle, стр. 244—245).

<sup>6</sup> W. Grueneveldt. Notes on the Malay archipelago and Malacca compiled from Chinese sources. Batavia, 1876 — изд. 1; 1887 — изд. 2. Здесь ссылки на издание 1876 г.

Одновременно Майерсом<sup>7</sup> были сделаны частичные переводы трудов Ма Хуания и Фэй Синя.

В 1898—1901 гг. в лейденском журнале «T'oung Pao» были помещены переводы Г. Шлегеля (английские) некоторых отрывков из трактатов Ма Хуания и Фэй Синя.

Наиболее обширный перевод произведений участников плаваний Чжэн Хэ выполнен американским китаеведом У. Рокхиллом<sup>8</sup>.

2. Сведения из различных китайских источников второй половины XV—XVIII веков. Первостепенное значение имеет минская династийная история «Мин-ши» (明史), составленная в первой половине XVII в. «Мин-ши» — официозная династийная история и в изложении хода событий далеко не объективна; плавания Чжэн Хэ в ней дается сугубо сдержанная оценка, не соответствующая их истинному значению; кроме того, в ней имеются неточности в хронологических данных. Однако в «Мин-ши» сведены чрезвычайно важные материалы, проливающие свет на историю организации экспедиций. Имеются некоторые биографические данные о Чжэн Хэ; в 324—326 главах описываются плавания в южные и западные моря.

В более раннем источнике — «Минских документах» («Ши-лу» — 實錄) — содержатся существенные данные хронологического характера, часто, однако, неточные. Версия «Ши-лу», не всегда совпадающая с изложением хода событий в «Мин-ши», представляет значительный интерес для исследователя истории экспедиций Чжэн Хэ.

В различных трактатах второй половины XV—XVII вв. содержатся весьма ценные данные, которые не только уточняют сведения Ма Хуания, Фэй Синя, «Мин-ши» и «Ши-лу», но и проливают свет на многие существенные моменты, не отраженные в этих источниках.

Укажем на следующие работы.

1) «Мин да шэн цзюань яо» (明大政纂要) законоведа Тань Си-сы (1559 г.), в которой приведены тексты императорских указов, относящихся к первой экспедиции Чжэн Хэ<sup>9</sup>; 2) «Кэ цзо чжуй юй» (客坐贊語) Гу ци-юания (1565—1628 гг.), где имеются сведения об экипажах флотилий Чжэн Хэ и излагается история уничтожения во второй половине XV в. документов, относящихся к деятельности Чжэн Хэ; 3) «Хуан мин ши фа лу» (皇明世法錄) Чэнь Жэньси (陳仁錫, 1581—1636 гг.) содержит хронологические данные о ряде экспедиций Чжэн Хэ. Этот краткий перечень охватывает, однако, далеко не все литературные источники, в которых содержатся те или иные сведения об экспедиции Чжэн Хэ.

3. Эпиграфика. Надписи, текст которых связан с экспедициями Чжэн Хэ, подразделяются на две группы: надгробные эпитафии участникам экспедиций и мемориальные доски, выгравированные по распоряжению Чжэн Хэ для увековечивания подвигов китайских мореплавателей. Мемориальные надписи найдены не только на китайской территории, но и на Цейлоне и в Индии.

Наибольшее значение имеют две мемориальных надписи, изученные в 30-х годах XX в.

Текст одной из них был обнаружен китайским историком Чжэн Хаошэнном (鄭佳鵠聲) в сборнике редких и древних произведений китайской литературы, составленном в XVI в. Этот текст опубликован в журнале «Го фэн» в

<sup>7</sup> W. Mayers. Chinese explorations of the Indian Ocean. «China Review», III—IV, 1874—1875.

<sup>8</sup> W. Rockhill. Notes on the relation and trade of China with Eastern archipelago and the coast of Indian Ocean in XV c. «T'oung Pao», XV—XVI, 1914—1915. Рокхилл, как это установил Пеллио, при переводе Ма Хуания, использовал ис первоначальный текст, а вариант Чжан Шэна. В переводе много ошибок и пропусков.

<sup>9</sup> Издана в Китае в 1936 г.

1935 г.<sup>10</sup>. Он был скопирован в XVI столетии с надписи, выгравированной в 1431 г. по указанию Чжэн Хэ в храме Небесной Супруги (Тяньфэй—天妃—богини покровительницы мореплаванья) в селении Люцзянъян (или Лючжяхэ), где формировались все флотилии Чжэн Хэ. Другая надпись была открыта в 1937 г. в Чэнло (провинция Фуцзян) в резиденции Чжэн Хэ, куда она была перенесена из местного храма Небесной Супруги. Чэнло — селение в устье реки Минь, откуда флотилии Чжэн Хэ выходили в открытые моря. Текст и факсимиле были впервые воспроизведены в печати Цзинь Юньмином (金雲銘) в журнале «Фуцзянь вэньхуа». Надпись датируется 1431 или 1432 г.<sup>11</sup>

Обе они начинаются посвящением Небесной Супруге и содержат краткое изложение событий всех семи плаваний. Хронологические данные, которые содержатся в этих надписях, принимаются в настоящее время за основу датировки всех заморских экспедиций Чжэн Хэ.

Как уже отмечалось выше, за последние десятилетия источники, относящиеся к экспедиции Чжэн Хэ, были основательно изучены как в Китае, так и в других странах.

В Китае в 1935 г. вышла работа Фэн Чжэн-цзюня, посвященная плаваниям Чжэн Хэ<sup>12</sup>. Почти одновременно появилось исследование о походах Чжэн Хэ японского историка Г. Ямamoto<sup>13</sup>. Последняя вышедшая в Китае работа о плаваниях Чжэн Хэ (Чжу Ци. Чжэн Хэ. Пекин. 1956) содержит ссылки на ряд новых исследований китайских и японских ученых.

В эти же годы в «T'oung Pao» была помещена серия статей видного французского синолога П. Пеллио<sup>14</sup>.

В 1939 г. в том же журнале появилась обстоятельная работа голландского китаеведа Л. Дюйвенданка, в которой история великих плаваний Чжэн Хэ изложена на основе новых эпиграфических данных. Дюйвенданк разработал хронологическую схему, которая нашла признание в специальной литературе<sup>15</sup>.

О походах китайских мореплавателей к берегам Африки рассказывается в специальной работе Дюйвенданка, вышедшей в свет в 1949 г.<sup>16</sup>

Вопросам навигационной практики эпохи Чжэн Хэ и китайской картографии века великих плаваний посвящен ряд статей в различных востоковедных журналах<sup>17</sup>.

<sup>10</sup> 國風 № 4, ноябрь, 1935 г.

<sup>11</sup> «Фуцзянь вэньхуа», 26, декабрь, 1937 г. Перевод обеих надписей (на англ. яз.) дан в работе Дюйвенданка (J. Du y v e n d a k. The true dates on the Chinese maritime expeditions in the early XV c. «T'oung Pao», XXXIV, 1939).

<sup>12</sup> 鄭和下西洋者 (Исследование о походах Чжэн Хэ в Западный океан), Шанхай, 1935. Фэн Чжэн-цзюнь принадлежит также работа 中國南洋交通史 (История связей Китая с Южным океаном), Шанхай, 1937.

<sup>13</sup> 鄭和之西征 XXI, 1934, стр. 374—404, 506—556.

<sup>14</sup> P. Pelli o t. Les grands voyages maritimes chinois au début de XVI siècle. «T'oung Pao», XXX, 1933, стр. 247—452; P. Pelli o t. Notes additionnelles sur Tcheng Houo. «T'oung Pao», XXXI, 1934/1935, стр. 274—314; P. Pelli o t. Encore à propos des voyages de Tcheng Houo. «T'oung Pao», XXXII, 1936, стр. 210—220. Из указанных источников наиболее важен первый. Пользоваться этими работами нужно с осторожностью, поскольку многие выводы Пеллио — спорны, а хронология плаваний — ошибочна.

<sup>15</sup> J. Du y v e n d a k. The true dates on the Chinese maritime expeditions on the early XV c., «T'oung Pao», XXXIV, 1939.

<sup>16</sup> J. Du y v e n d a k. China's discovery of Africa. London, 1949.

<sup>17</sup> J. Du y v e n d a k. Sailing directions of Chinese voyages. «T'oung Pao», XXXIII, 1938, стр. 230—239; J. Mills. Malaya in the Wu-pei-chin charts. «J. Roy As. Society», Malaya branch, XV, 1937; J. Mills. Notes on the early Chinese voyages. «J. Roy. As. Society», 1951, 3 (краткий, но весьма содержательный обзор по истории китайских плаваний XV в.); W. Mould e g. The Wu-pei-chin charts. «T'oung Pao», XXXVIII, 1942, стр. 1—14.

\* \* \*

Задолго до плаваний Чжэн Хэ моря Южной Азии были освоены китайскими мореплавателями. Великий муссонный путь, связывающий Китай, острова Малайского архипелага, Индию и побережье Персидского залива, был проложен в первых веках нашей эры. Китайские мореплаватели изучили воды, омывающие берега Индо-Китая и острова Малайского архипелага. В сферу непосредственных торговых связей Китая постепенно вовлекались новые территории, и к середине XII в. китайская держава поддерживала постоянные прямые морские союзнические отношения с Индией и Цейлоном, а через индийских, иранских и арабских купцов гавани Китая были связаны с побережьем Персидского залива, Аравией и Египтом.

Уже в конце XI в. на китайских кораблях применялась «югоуказующая игла» (чжи-нань-чжэнь) — компас, которым арабы начали пользоваться лишь в середине XII в., а европейцы — не ранее конца XII или начала XIII столетия<sup>18</sup>.

К этому же времени относятся китайские карты внутренних областей Азии и берегов Желтого, Восточного и Южно-Китайского морей и специальные трактаты о кораблевождении.

В начале XIII в. в Китай вторглись монголы. Покорив к 1234 г. северную часть страны, они приступили к завоеванию Южного Китая.

В 1280 г. монголы захватили весь Южный Китай. «Великий хан» Хубилай предпринял в 1292 г. поход в страны южных морей.

В середине XIV в. наивысшего расцвета достигло яванское царство Маджапахит, которое распространило свою власть на весь Малайский архипелаг, овладев Малаккским проливом, откуда с незапамятных времен шла югоазиатская транзитная торговля. Флотилии царства Маджапахит дошли до Филиппин и появились во внутренних водах Китая.

Между тем, эпоха монгольского владычества близилась к концу. Восстания против иноземных захватчиков участились в середине XIV в., и в 1368 г. монгольское иго было свергнуто.

Вождь победоносного народного восстания Чжу Юань-чжан, выходец из крестьянской семьи, принял императорский титул. В историю Китая он вошел под именем Тай-цзу как основатель новой, Минской династии (1368—1644 гг.)<sup>19</sup>.

Царствование Тай-цзу (1368—1399 гг.) было эпохой, когда страна переживала заметный подъем. На времена ослабли позиции крупных феодалов, усилилось купечество в городах, особенно приморских, освобождение страны дало толчок к развитию ремесла.

Иби Баттура, великий арабский путешественник, в 40-х годах XIV в. посетивший Китай, описывает огромные корабли, которые строились на верфях Зайтона (Цюаньчжоу) для дальних плаваний в открытых океанских водах. Каждый из них, писал Иби Баттура, несет на борту 1000 человек (600 моряков и 400 солдат), и сопровождают его три посыльных судна.

В странах южных морей к Китаю относились с уважением, однако на важнейших морских путях в Яванском и Андаманском морях и в Малаккском проливе китайская держава сталкивалась с сильными соперниками.

<sup>18</sup> «Югоуказующая игла» была известна в Китае в начале первого тысячелетия н. э. а свойства магнита китайцы, видимо, знали задолго до начала нашей эры. В историях династий первого тысячелетия упоминается о «югоуказующих повозках», а в истории Цзиньской династии (265—420 гг.) — о «югоуказующем корабле». В трактате Чэнь Гуа (1030—1094 гг.) отмечается, что «югоуказующая игла» употреблялась уже издавна землемерами, причем Чэнь Гуа известны явления магнитного склонения. Однако впервые упоминается об использовании «югоуказующей иглы» на море лишь в работе Чу Ю (1119 г.).

<sup>19</sup> У каждого китайского императора было посмертное имя и девиз «эры правления» (по эрам правления в Китае велось летоисчисление).

Чжу Юань-чжан имел посмертное имя Тай-цзу («Основатель династии») и девиз Хун-у («Великая мощь», точнее «Великая военная сила»).

В Китае был создан мощный морской флот, который покрыл себя славой в сражениях с японцами у острова Люцю (1374 г.). В 70—80-х годах XIV в. наметились признаки упадка великого царства Маджапахит. Огромная островная империя начала распадаться, причем очагами «сепаратизма» везде оказывались торговые приморские города.

Однако страны южных морей лежали за много тысяч ли от Китая, а великий торговый путь, который вел через Южно-Китайское море и Малаккский пролив на запад — в Индию и в Иран, не контролировался китайской державой.

На южноазиатской муссонной дороге в то время существовало множество различных государств, владельцы которых хотя и были заинтересованы в торговле с Китаем и в транзите китайских товаров, но менее всего желали поступиться огромными выгодами от этой торговли. Они взимали с китайских купцов огромные пошлины, и от их произвола зависела судьба китайских факторий и складов.

Чрезвычайно трудно было бороться с пиратами в Яванском и Андаманском морях; малайские пираты нападали на китайские флотилии и наносили огромный ущерб китайской торговле.

Вероятно, уже ко времени царствования Тай-цзу относятся первые попытки освоения морских путей в Южной Азии. Однако перелом в заморской политике Китая наметился лишь в 1403—1405 гг., когда китайский престол после кратковременной смуты занял император Чэн-цзу<sup>20</sup> и когда на юг и на запад были посланы огромные флотилии Чжэн Хэ.

\* \* \*

В первый же год царствования Чэн-цзу (1403—1404 гг.) страны южных морей заняли первостепенное место во внешнеполитических планах китайского двора. Послы Ма Бянь, Ли Син и Инь Цзин направлены были на Яву, в Сiam и в Каликут<sup>21</sup>, и одновременно в Китае были с почетом принятые «торговые люди», прибывшие из Каликута с грузом пряностей. Каликутские дела были предметом обсуждения при дворе, и императору был представлен проект экспедиции в составе 250 кораблей, которая должна была доставить в страны Западного океана и, в частности, в Каликут посольство императора Чэн-цзу<sup>22</sup>.

Подготовка к обширным заморским походам не ограничивалась чисто дипломатическими акциями. В 1403—1404 гг. была послана в воды южных морей небольшая флотилия под командой Венъ Лян-фу и Нань Шаля, которая посетила Яву и Суматру и, вероятно, в конце 1404 г. возвратилась в Китай. Это была еще только рекогносцировка.

Тань Си-сы автор XVI в., о котором мы уже упоминали выше, приводит текст императорского указа, данного в третьем месяце третьего года Юньлю (апрель 1405 г.), в котором речь шла о снаряжении большой экспедиции в Западный океан. В этом указе впервые упомянуто было имя Чжэн Хэ. Очевидно, к апрелю 1405 г. относится и начало работ по снаряжению грандиозной заморской флотилии.

В «Мин-ши» отмечается, что в шестом месяце третьего года (27 июня—25 июля 1405 г.), т. е. спустя три месяца после первого указа Чэн-цзу, «Чжэн Хэ и его спутникам Ван Цзин-хуну 王景豁 и другим, дан был приказ отправиться с посольством в Западные моря и для этой цели сооружено было 62 больших корабля для плавания в открытом море длиной

<sup>20</sup> Император Чэн-цзу царствовал с 1403 по 1425 г.

<sup>21</sup> W. Grootenhoeve. Notes on the Malay archipelago..., стр. 68, 88; W. M. G. M. Chinese explorations of the Indian Ocean. «China Review», III, 1874—1875, стр. 220.

<sup>22</sup> J. Du Yenck. The true dates..., стр. 356.

в 480 и шириной в 180 футов. Они (Чжэн Хэ и др.) взяли более 27 800 командиров и солдат, множество подарков (шелк и золото)<sup>23</sup>.

Таким образом, к июлю 1405 г. снаряжение флотилии было уже, видимо, завершено.

Весьма любопытны официальные мотивы отправки экспедиции, которые характеризуются в «Мин-ши» следующим образом:

«Когда император (Чэн-цзу) стал опасаться, что Хой-ди (предшественник Чэн-цзу, низложенный в 1403 г.) может укрыться в заморских землях, он пожелал преследовать его там; в то же время император решил показать, сколь велика его сила и сколь богата и могущественна его страна<sup>24</sup>.

Фигура руководителя этой экспедиции Чжэн Хэ вызывает большой интерес. С его именем связан наиболее важный этап в истории средневековых заморских связей Китая; этот флотоводец семь раз ходил в дальние моря, омывающие Южную Азию и Африку, и имя его с величайшим уважением упоминалось столетие спустя сиамскими, малаккскими, цейлонскими и каликутскими моряками.

К сожалению, однако, биографические данные о Чжэн Хэ исчерпываются весьма краткими ссылками в «Мин-ши» и беглыми указаниями авторов XVI и XVII вв. В «Мин-ши» доэкспедиционному периоду жизни Чжэн Хэ уделены лишь следующие строки: «Чжэн Хэ, человек родом из Юньнани, тот самый, которого все называли евнухом Сань Бао<sup>25</sup>. Сперва он служил во дворце принца Янь (который затем стал императором Чэн-цзу) и за военные заслуги был повышен и получил звание первого (великого) евнуха<sup>26</sup>. В 1923 г., член Ханьянской академии, видный знаток юньнаньских древностей Юань Цзэ-коу, опубликовал сообщение, в котором приведены были чрезвычайно интересные данные, ранее не известные историкам. Юань Цзэ-коу обнаружил надгробье отца Чжэн Хэ с эпитафией, составленной знаменитым мореплавателем<sup>27</sup>.

На основании этой эпитафии можно полагать, что родители Чжэн Хэ проживали в округе (чилоу) Куньянь и что сам Чжэн Хэ родился около 1355 г. В эпитафии отмечается, что Чжэн Хэ был младшим сыном, с детства проявлял большие способности и «предназначил себя для службы при особе нынешнего Сына Неба (Чэн-цзу), который присвоил ему фамильное имя Чжэн и сделал его главным евнухом».

По всей вероятности Чжэн Хэ до своего назначения главой экспедиции был связан с флотом. Во всяком случае как руководитель семикратных походов в южные и западные моря он проявил себя опытным мореплавателем и блестящим организатором.

Действительно, изучая источники, относящиеся к истории его плаваний, нельзя не отдать должного масштабу этих экспедиций, которые по количеству кораблей и по численности экипажей во много раз превышали флотилии Колумба, Васко да Гамы и Магеллана.

Состав экспедиции достаточно отчетливо свидетельствовал об ее целях. Авторы XVI в. Гу Ци-юань и Чжоу Юнь-мин отмечали, что наряду с матросами и солдатами, во флотилии Чжэн Хэ было множество лиц разнообразных «гражданских» профессий.

<sup>23</sup> R. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois..., 273—274.

<sup>24</sup> «Мин-ши», гл. 34; W. Grootenhoeve. Notes on the Malay archipelago..., стр. 42; R. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois..., стр. 273.

<sup>25</sup> 三寶 буквально «три драгоценности». Это прозвище сохранилось за Чжэн Хэ и в годы его наибольшей славы.

<sup>26</sup> W. Grootenhoeve. Notes on the Malay archipelago..., стр. 41.

<sup>27</sup> Это сообщение было опубликовано в книге, посвященной юньнаньским древностям (R. Pelliott. Notes additionnelles sur Tcheng Houo, стр. 274).

Среди них особенно важную роль играли купцы (майбань), писцы и гражданские лица (шиминь), к числу которых, вероятно, относились торговые агенты и колонисты, толмачи (туи ши), знающие языки «варварских» стран южных и западных морей.

В списках участников экспедиции, приводимых этими авторами, отмечены представители различных корабельных профессий — конопатчики, парусники, плотники, кузнцы и т. д.<sup>28</sup>

На борту кораблей было немало солдат, причем, помимо бойцов регулярной армии (цицзюнь), в источниках упоминаются волонтеры (юнши)<sup>29</sup>.

Экспедиция снаряжалась в устье р. Янцзы, в гавани Люцзяхэ (округ Сучжоу). По своему значению для китайского мореплавания область дельты Янцзы и прилегающие участки морского побережья можно сравнить с устьевым участком Гвадалquivира и атлантическими берегами Андалусии — районом, который был родиной отважных мореходов экспедиций Колумба. В дельте р. Янцзы расположились удобные и хорошо защищенные гавани. Местное население с незапамятных времен давало китайскому флоту искусных матросов и кормчих, опытных кораблестроителей и сведущих знакомств тяжелого, парусного и якорного дела. Эти труженики, чьи имена не сохранились, во многом обеспечили успех плаваний в далекие моря.

В конце сентября или в начале октября 1405 г. флотилия Чжэн Хэ вышла из Люцзяхэ. Через проход Чжанцзянкоу она проследовала в Восточно-Китайское море и вошла в бухту Ухумэнь («Пять тигров») на фузяньском побережье.

Здесь, очевидно, происходило доукомплектование экипажей и погрузка съестных припасов и различных корабельных материалов. Известно, что наряду с Люцзяхэ селение Чэнло, близ бухты Ухумэнь, было одной из постоянных ставок Чжэн Хэ. В Ухумэне корабли выжидали начала благоприятного для плавания сезона северо-восточных муссонов, который приходится в этих водах на три зимних месяца (с середины ноября до середины февраля).

По всей вероятности, флотилия покинула бухту Ухумэнь в январе 1406 г.<sup>30</sup>

\* \* \*

Маршруты первых трех экспедиций Чжэн Хэ не представляют особого интереса, поскольку проходили они по трассе, проложенной мореплавателями Дальнего и Среднего Востока еще в первом тысячелетии н. э. Путь от берегов Китая до гаваней Коромандельского и Малабарского побережий Индии был детально описан китайскими мореходами уже в VIII в.; к последним десятилетиям VIII в. относится итinerарий Цзя Дана, в котором перечислены все гавани и якорные стоянки у берегов Indo-Китая, Суматры, Цейлона и даны указания о наиболее благоприятном времени плавания в водах южных морей. Маршрут первой экспедиции проходил вдоль побережья Вьетнама; от острова Каримата флотилия прошла на юг, к северному берегу Явы и далее направилась на восток вдоль северного побережья Суматры, пересекла Андаманское море и Полкский пролив и бросила якорь в гавани Каликута у Малабарского берега Индии. Результаты этого плавания имели огромное значение.

Первая экспедиция Чжэн Хэ положила начало постоянным и регулярным торговым связям Китая со всеми странами, которые лежали на пути его грандиозной флотилии. Китайские опорные базы возникли на Яве, в самом

<sup>28</sup> J. Duverdak. The true dates..., стр. 357.

<sup>29</sup> Там же.

<sup>30</sup> Там же, стр. 356.

сердце распадающегося государства Маджапахит, и на Суматре, в области Саньфоши (Шривиджайя), на берегах Малаккского пролива. Теснейшие торговые связи были установлены с Каликутом, одним из наиболее крупных торговых городов Индии.

Однако Китай мог беспрепятственно, не опасаясь ни своеволия мелких яванских и суматранских властителей, ни бесчинств пиратов, которые до той поры чувствовали себя совершенно безнаказанными, торговать со всеми странами Южной Азии.

Флотилия Чжэн Хэ весной 1407 г. с юго-западным муссоном вышла в обратный путь и ранней осенью того же года прибыла в Китай.

Успех этой экспедиции необходимо было закрепить повторными плаваниями, которые должны были также расширить сферу влияния Китая, распространить ее не только на острова Малайского архипелага, но и на Сиам и Цейлон, где пока еще не было создано прочных опорных пунктов.

Поэтому сразу же после возвращения из первого плавания Чжэн Хэ приступил к подготовке второй экспедиции, которая покинула Ухумэнь в самом конце 1407 г. и возвратилась в Китай в 1409 г. Помимо Явы, Суматры и Каликуты, Чжэн Хэ посетил в этом плавании Сиам.

Третья экспедиция Чжэн Хэ состоялась в 1409—1411 гг., и маршрут ее в общем совпадает с маршрутом первых двух плаваний.

Вероятно, в третьем плавании Чжэн Хэ установил тесные сношения с правителем Малакки, которая в ту пору была ничтожным рыбачьим поселением на западном берегу Малаккского пролива. Начальный этап в истории быстрого возвышения этого города, который спустя столетие стал крупнейшим торговым центром Южной Азии, был связан с деятельностью Чжэн Хэ, великколепно оценившим значение Малакки как узлового пункта транзитной торговли между Китаем и странами, лежащими к западу от Малаккского пролива.

\* \* \*

Четвертая экспедиция Чжэн Хэ (1413—1415 гг.) явилась новым этапом в истории развития географических связей Китая. Если прежде сфера, доступная китайским мореплавателям, не простидалась дальше Малабара, то после четвертого похода Чжэн Хэ она расширилась до берегов Ирана и Аравии. Китай шагнул на запад и установил непосредственные сношения со странами Передней Азии.

18 декабря 1412 г. Чэн-цу поднял указ о снаряжении новой экспедиции<sup>31</sup>, которая вышла в открытое море в октябре или ноябре 1413 г. Дойдя до Каликута, Чжэн Хэ направился дальше вдоль западных берегов Индостана, и в 1414 г. шестьдесят китайских кораблей стали на якорь в гавани Хормуза. В XV в. Хормuz был важнейшим торговым центром Западной Азии. Сюда шли караваны из Тавриды, Исфагани, Бухары, торговые корабли из Египта, Адена, гуджаратских гаваней, Каликута. Пряности Индии, Цейлона, стран Малайского архипелага, африканская слоновая кость, китайский фарфор поступали через Хормуз во внутренние области Ирана, доходили до отдаленных уголков Средней Азии. Спустя 50 с лишним лет наш соотечественник Афанасий Никитин побывал в этой богатейшей гавани Востока. «Люди всего света,— писал он,— бывают в нем, есть здесь и всякий товар. Все, что на свете рождается, то в Ормузе есть»<sup>32</sup>. Китайские товары, особенно фарфор и шелк, и раньше были хорошо известны в Хормезе, по они

<sup>31</sup> Там же, стр. 373.

<sup>32</sup> Афанасий Никитин. Хожение за три моря. М., Изд-во АН СССР, 1948, стр. 63.

завозились сюда не на китайских кораблях, и прямых и непосредственных связей между портами Восточно-Китайского моря и Персидского залива до того, как в водах его появились корабли Чжэн Хэ, не было<sup>33</sup>.

Естественно, что для Китая визит Чжэн Хэ в Хормуз имел большое значение. Пребывание китайской флотилии в Хормузе не только усиливало торговые связи с Ираном, но и открывало перед Китаем другие, еще большие перспективы. Хормуз лежал в непосредственной близости от Аравии и Африки, отсюда легко было добраться до сомалийских берегов и Красного моря.

Будучи в Хормузе, Чжэн Хэ вступил в сношения с аравийскими шейхами и аденскими купцами. Слух о пребывании огромной китайской флотилии в Персидском заливе дошел и до Африки, и к Чжэн Хэ прибыли послы из африканского города Малинди, которых он доставил в Китай.

Следующая, пятая экспедиция состоялась в 1417—1419 гг. По своему географическому значению она превосходила все предыдущие плавания Чжэн Хэ.

Указ о ее снаряжении был дан 28 декабря 1416 г.<sup>34</sup> При этом отмечалось, что флотилия направляется в Западный океан, чтобы доставить восьмидесяти многочисленных послов, прибывших ко двору с «данью».

Действительно, к 1416 г. в результате четырех успешных походов Чжэн Хэ Китай установил регулярные связи с множеством стран, расположенных на огромном пространстве от Молуккских островов до Аравии и даже до восточных берегов Африки<sup>35</sup>.

Осенью 1417 г. Чжэн Хэ прибыл в Каликут, а оттуда, видимо, в конце декабря или в начале января направился на запад. Спустя месяц флотилия его прибыла в Аден, а оттуда, по всей вероятности, ранней весной 1418 г. Чжэн Хэ направился к берегам Африки.

Должно быть, в промежуток времени между началом марта и концом июня он посетил сомалийское побережье Африки.

Таким образом, китайцы открыли Восточную Африку ровно за 80 лет до появления на ее берегах Васко да Гамы и его спутников.

Об этом путешествии сам Чжэн Хэ в своей Люцзянской надписи говорит:

«На 15 году Юилэ (1417 г.), командуя флотом, мы посетили Западные страны. Страна Хулумосу (Хормуз) принесла в дар львов, леопардов с золотыми пятнами и западных копеек. Страна Эдань (Аден) подарила зверя, которого местные жители называют дзулафа (жираф), а также длиннорогого оленя маха (антилопу). Страна Мугудушу (Могадишо, Африка) принесла в дар зверя фулу (зебру) и львов. Страна Булава (Брава, Африка) принесла верблюдов, прошедших 1000 ли, и птиц-верблюдов (страусов)... Все [эти страны] преподнесли местные продукты, о коих ранее и слуху не было...».

Из текста надписи явствует, что Чжэн Хэ не только дошел до африканских гаваней и установил торговые связи с прибрежными городами, но и вступил в торговые сношения с внутренними областями Африки.

Если учесть, что Брава расположена как раз на экваторе, то не исключена возможность, что «верблюды, прошедшие 1000 ли», были присланы из глубинных районов Эфиопии.

<sup>33</sup> Иранские купцы в VII—XI вв. плавали в Китай, и корабли их появлялись в китайских гаванях и в последующие столетия.

<sup>34</sup> «Ши-лу», гл. 103, ба—7а; «Мин-ши», гл. 7; R. Pelliott. Les grands voyages maritimes chinois..., стр. 287.

<sup>35</sup> Одним из «вещественных» свидетельств этих связей была доставка в 1415 г. невиданного еще в Китае зверя—жирафа, который был преподнесен бенгальскими послами. Этот образец африканской фауны, привезенный в Нанкин индийцами, возбудил жгучий интерес к Черному материку.

Шестая экспедиция (1421—1422 гг.) также посетила Африку, но маршрут ее не удается точно установить.

Оба эти плавания (пятая и шестая экспедиции) были самыми дальними экспедициями Чжэн Хэ. В последнем, седьмом, плавании, предпринятом в 1431—1433 гг., Чжэн Хэ не заходил, видимо, далее Хормуза.

Это седьмое плавание было не только последним походом Чжэн Хэ (умершего, вероятно, в 1433 г.); оно явилось последней крупной заморской экспедицией в истории средневекового Китая.

Гу Ци-юань отмечает, что во второй половине XV в. документы, относящиеся к экспедициям Чжэн Хэ, были сожжены и сведения, содержащиеся в «Победном шествии звездных плотов» объявлены «ложивыми рассказами о вещах, которые ничего общего не имеют со свидетельствами людей, видевших все это (т. е. заморские земли) своими очами».

Феодальная клика, которая управляла страной во второй половине XV и в XVI в., сделала все возможное, чтобы парализовать внешнюю торговлю страны, довести до жалкого состояния ее флот, вытравить из памяти китайского народа все, что было связано со славными походами великого флотоводца Чжэн Хэ.

Китаю не удалось пожать плоды замечательных открытий, совершенных его лучшими сынами в 10—20-х годах XV в.

Плавания Чжэн Хэ не могли приобрести того всемирно-исторического значения, которое получили рейды европейских мореплавателей к берегам Индии и Нового Света.

Но значит ли это, что семикратные походы Чжэн Хэ не оставили следа в истории открытий, что они не оказали влияния на развитие географических представлений?

Ответ на этот вопрос дают прежде всего описания участников экспедиций Чжэн Хэ, Ма Хуаня и Фей Синя.

Оба они не были ни учеными географами, ни профессиональными мореплавателями. В их трудах зафиксированы непосредственные наблюдения людей сугубо практического склада; но, быть может, именно в силу этой непосредственности восприятий, записи Ма Хуаня и Фей Синя приобретают значение литературных памятников, отчетливо и зримо свидетельствующих об огромном расширении географического кругозора и о глубоких сдвигах в традиционной системе географических представлений китайцев XV в.

Сравнивая «Обозрение берегов океана» и «Победное шествие звездных плотов» с описаниями «варварских» стран китайских авторов XIII и XIV столетий—Чжоу Чжу-гуа и Ван Да-юаня, легко убедиться, что та чужая, далекая и в сущности относительно слабо связанныя серия экзотических стран, о которых идет речь в трудах старых «землеведов», стала в первой половине XV в. неотъемлемой и доступной частью «китайского мира».

И эта доступность стран южных и западных морей была одним из наиболее важных и показательных итогов плаваний Чжэн Хэ. Сам Чжэн Хэ ярко и образно выразил этот итог в своей надписи в Чэнло:

«Императорская минская династия в объединении морей и материков превзошла деяния трех прежних династий и даже династий ханьской и танской.

Страны за пределами горизонта от края земли все стали известны, и до самых западных и до самых северных, где бы они ни были расположены, пути и расстояния [к ним] могут быть сочтены».

Слова Чжэн Хэ—это отнюдь не поэтическая гипербола; они в очень ясной форме дают представление о конечных результатах заморских плаваний, совершенных великим флотоводцем; они указывают, кроме того, еще на один чрезвычайно важный вклад, внесенный этими плаваниями в китайскую географическую науку.

Расстояния действительно были сочтены, измерены и нанесены на карту. Об этом можно судить не только по косвенным данным, которые содержатся в трактате Фэй Синя. Установлено, что китайские морские карты XVI в. с их точными указаниями курса и не менее точными данными о берегах, течениях и мелях составлены были по утраченным оригиналам карт экспедиций Чжэн Хэ<sup>36</sup>.

Таковы далеко не полные итоги великих плаваний Чжэн Хэ, о которых до сих пор еще так мало известно за пределами Китая.

Не за горами то время, когда подвиги отважных китайских мореплавателей, проложивших путь от берегов Китая к берегам Африки, получат достойную и всестороннюю оценку, когда имя Чжэн Хэ войдет в историю географических открытий наравне с именами Колумба, Васко да Гамы и Магеллана.

<sup>36</sup> См. список<sup>1</sup>.

## ЧЭНЬ ЧЖЕНЬ

(Биологический факультет Пекинского университета, Институт зоологии Академии наук Китая)

## ПРЕДСТАВЛЕНИЯ УЧЕНЫХ ДРЕВНЕГО И СРЕДНЕВЕКОВОГО КИТАЯ О ПРОИСХОЖДЕНИИ ОКАМЕНЕЛОСТЕЙ

Ученые древнего и средневекового Китая внесли значительный вклад в изучение вопроса о происхождении окаменелостей. Впервые это положение высказал и обосновал Чжан-Хун-чжао. В 1936 г. в «Очерке развития геологии в Китае» он привел теории происхождения окаменелостей раковин моллюсков Янь Чжэнь-цина, который жил в Танскую эпоху (618—907 гг. н. э.), и Чжу Си, который жил в Сунскую эпоху (960—1279 гг. н. э.). Позднее, в 1952 г., в составленном Фан Цзуй-си учебнике для средней школы «Основы дарвинизма» и в двух наших работах, опубликованных в «Вестнике биологии» в 1953 и 1955 гг., приводится воззрение Шэнь Гуа на природу окаменелостей.

В настоящей статье на основе новых материалов и систематизации накопленных раньше знаний нам хотелось尽可能 полнее осветить взгляды ученых древнего и средневекового Китая на окаменелости.

Очень интересны представления ученых древнего Китая о природе янтаря и встречающихся в нем нередко насекомых.

Уже Тао Хун-цзин (452—536 гг.), известный ученый и проповедник даосизма эпохи Южных и Северных династий, занимавшийся изучением целебных свойств растений, знал, что янтарь образовался из смолы сосновых деревьев, длительное время находившейся в земле. Организмы насекомых, попавшие в смолу еще до ее затвердевания, хорошо сохраняются в янтаре. Тао Хун-цзин писал: «Сосновая смола, попавшая в землю тысячи лет назад, подвергается значительным изменениям. Однако и теперь при ее сжигании появляется запах смолы. Иногда в янтаре встречаются насекомые, по своему внешнему виду похожие на живых. Насекомые, видимо, завязли в смоле и погибли, попав в землю вместе со смолой» («Трактат о растениях», т. 37, раздел «Янтарь» 木草綱目, 卷 17, 琥珀下). Врач Сунской эпохи Шэнь Чэн, живший до и после 1090 г. н. э., отметил, что содержащиеся в янтаре «насекомые завязли в смоле до попадания ее в почву» («Трактат о растениях», т. 37, раздел «Янтарь»).

К очень раннему периоду относятся многочисленные записи об окаменелостях рыб. В «Описаниях водных течений» (水經注), автором которого был Ли Дао-юань (умер в 527 г. н. э.), содержится следующая запись: «Река Ляньшуй в 160 ли (1 ли = 576 м.—Прим. пер.) западнее уезда Сянсян, приняв в себя много притоков, образует единый поток, который направляется на восток к уездам Хэн'ян и Сянсян, где река проходит через холмистую местность Шилюшань<sup>1</sup>, сложенную в основном из фиолетово-черных горных пород

<sup>1</sup> Шилюшань — дословно значит «гора окаменелых рыб». — Прим. пер.

и имеющую высоту более 80 чжанов (чжан = 3,2 м.—Прим. пер.) и ширину 10 ли. Шишишань состоит из пород черного цвета, по своему строению до некоторой степени напоминающих слюду. Если раскопать поглубже, часто можно встретить окаменелости в форме рыб. Чешуя, плавники, головы и хвосты у рыб словно выгравированы. Длина рыб достигает несколько дуней (1 дунь = 3,2 см.—Прим. пер.). Форма рыб сохранилась полностью. При сжигании ощущается запах рыбы» («Описания водных течений», т. 38).

Одним из первых правильные взгляды на природу окаменелостей рыб высказал Ду Вань в Сунскую эпоху (жил до и после 1133 г.). Ду Вань был членом Юньлиньской Академии. В его книге «Юньлиньская классификация окаменелостей» (雲林石譜) дано подробное описание места и способа нахождения, а также внешнего вида 116 окаменелостей. Приведём следующее описание окаменелостей рыб, содержащееся в этой книге: «Окаменелости рыб обнаружены при раскопках, производившихся на возвышенной местности в Чжанчжоу (уезд Сянсян). На глубине нескольких чи (1 чи = 0,32 м.—Прим. пер.) были обнаружены темные каменистые породы, под которыми находились окаменелости рыб. Под слоем темной породы лежал слой черновато-сероватого цвета, в котором, раскопав поглубже, мы обнаружили ископаемых рыб с прекрасно сохранившимися плавниками и чешуей, кажущимися нарисованными. На глубине 2—3 чжанов снова был обнаружен темный слой породы, где тоже находились окаменелости рыб. Ниже лежали песчаные почвы, где находилось несколько окаменелостей, имевших вид плывущих рыб. На некоторых камнях были обнаружены отпечатки водорослей. В большинстве случаев окаменелости расположены очень беспорядочно. Некоторые окаменелости с двух сторон имеют извилистую форму. Особенно удивительно то, что прекрасно сохранились чешуя и плавники. Местные жители занимаются подделкой окаменелостей, покрывая подделки лаком. Однако их можно распознать путем сжигания, предварительно сняв лак: если это не подделка, то при сжигании появляется характерный запах рыбы. На западе провинции Ганьсу есть местность Юйлуичуань, где при раскопках каменистых пород было обнаружено много окаменелостей рыб, не отличающихся от окаменелостей рыб, обнаруженных в уезде Сянсян. В древние времена там были водоемы, где водилось много рыбы. Впоследствии эти водоемы были заполнены продуктами длительного разрушения горных пород» («Юньлиньская классификация окаменелостей», т. II).

Ду Вань считал, что Шишишань и Юйлуичуань в очень древнюю эпоху представляли собой глубокие водоемы, где водилось много рыбы различных пород. Расположенные поблизости от водоемов горы непрерывно разрушались, и продукты разрушения попадали в водоем. Постепенно водоем оказался занесенным этими породами, находившимися в водоемах рыбы погибли. Затем, на протяжении длительного времени, породы, заполнившие водоемы, постепенно затвердевали, находившиеся в этих породах рыбы превращались в окаменелости. Еще позднее то место, где прежде находился водоем, стало возвышенным участком суши. Эта теория содержит три основных положения: 1) Окаменелости рыб образуются в результате изменения остатков организмов когда-то существовавших рыб. 2) Горные породы могут разрушаться, образуя мягкие породы, которые впоследствии могут стать твердыми и снова превратиться в каменистые породы. 3) Водоемы могут заполняться мягкими породами, дно водоема может подняться и стать суши.

У Цзэй, живший в Сунскую эпоху, в «Чжайманьских записках» (能改齋漫錄, 1157 г.) привел отрывок из «Заметок об утомительных путешествиях» (倦遊雜錄), рассказывающий об окаменелостях рыб в Юйлуичуане на западе провинции Ганьсу. В отрывке есть следующая запись: «В древние времена в Юйлун находился водоем, где водилась рыба.

Этот водоем постепенно был занесен пылью с подвергавшихся разрушению гор.

В течение длительного времени пыль затвердевала и превратилась в каменистую породу, поэтому при раскопках в ней обнаружены окаменелости рыб».

Приведенное место вызвало у меня сомнение относительно того, является ли Ду Вань автором изложенной им теории. На основании приведенных ниже аргументов я пришел к выводу, что автором теории, о которой шла речь, является не автор «Заметок об утомительных путешествиях», а Ду Вань.

Вот что убеждает меня в этом: 1) В дошедших до нашего времени «Заметках об утомительных путешествиях» не содержится тех фраз, которые приводят У Цзэй. «Юньлиньская классификация окаменелостей» была написана в 1157 г. Возможно, что У Цзэй, цитируя отрывок из «Юньлиньской классификации окаменелостей», ошибочно ссылается на «Заметки об утомительных путешествиях». 2) Формально автором «Заметок об утомительных путешествиях» считается Чжан Ши-чжэн. Однако некоторые полагают, что эти «Заметки» написал Вэй Тай под именем Чжан Ши-чжэна. Вэй Тай написал несколько книг под чужими именами. Если в оригинале «Заметок об утомительных путешествиях» содержалась запись об окаменелостях, то, возможно, что Вэй Тай изложил мысли, содержащиеся в «Юньлиньской классификации окаменелостей», не указав при этом на источник. 3) Написанная Ду Ванем «Юньлиньская классификация окаменелостей» представляет собой произведение, дающее описание фактически найденных предметов. Вполне возможно, что Ду Вань правильно представлял происхождение окаменелостей рыб.

Многие ученые древнего и средневекового Китая, обнаружив высоко в горах в каменистых породах раковины моллюсков, таким образом узнавали об изменениях, происходящих в земной коре. Они понимали, что высокие горы образовались вследствие поднятия земной коры. Найденные в горных породах раковины моллюсков они считали остатками моллюсков, когда-то существовавших в глубоких водоемах. Так считали Янь Чжэньцин (709—784 гг.), Шэн Гуа (1030—1094 гг.) и Чжу Си (1130—1200 гг.). Янь Чжэньцин в 771 г. писал: «В высоких горах на востоке и на севере обнаружены в каменистых породах раковины моллюсков, что свидетельствует об изменениях в земной коре» (撫州南城縣麻姑仙壇記). Еще в «Описании Шэнсян» (神仙傳) Гэ Хуна, жившего в эпоху Цзинь (265—420 гг.), содержалась идея о том, что в природе постоянно происходят изменения. Янь Чжэньцин объясняет существование раковин моллюсков в каменистых породах высоких гор тем, что в природе происходят изменения (Собрание сочинений Янь Чжэньцина, т. 5 (周魯公文集) Шэн Гуа в «Мэнцинских записках», т. 4 (夢溪筆談) писал: «Вода отступила далеко на север. В образовавшихся здесь горах встречаются окаменелости раковин моллюсков. Прежде здесь было море, которое теперь отстоит отсюда на тысячу ли». Эта мысль в настоящее время получила широкое признание ученых.

Взгляд на происхождение окаменелостей, который развивал Чжу Си, особенно четко выражен в следующем отрывке: «В горах часто можно встретить окаменелости раковин моллюсков. В далекие времена каменные породы, в которых сейчас находят раковины моллюсков, представляли собой мягкую почву — дно водоемов, где водились моллюски. Затем, вследствие изменений на поверхности земной коры, эти местности стали возвышенными, мягкие породы превратились в твердые... Сейчас высоко в горах в каменистых породах встречаются раковины устриц. Эти горы образовались на когда-то пониженнем участке суши, где устрицы водились во влажном иле, ко-

торый, вследствие затвердения, тоже превратился в каменную породу. Изменения в природе происходят постоянно» (Сочинения Чжу Си, т. 94—朱子語類).

В «Мэнцинских заметках», «Юньлиньской классификации окаменелостей» и «Трактате о растениях» содержатся записи об окаменелостях сосновых деревьев, крабов, змей и т. д. Сведения об окаменелостях оленых рогов и костей человека содержатся в «Собрании сведений по естествознанию в период Канси» (康熙幾暇格物編). Подробное описание материалов об окаменелостях, приведенное в трудах, написанных в древнем и средневековом Китае, содержится в работе Чжан Хун-чжана «Окаменелости», поэтому в данной статье нет необходимости останавливаться на этом вопросе.

В древнем и средневековом Китае существовали и неправильные представления об окаменелостях. «Лунгу»<sup>2</sup> — одно из известных китайских лекарств. Во многих книгах, относящихся к очень ранней эпохе, содержатся сведения о местонахождениях «лунгу». У Пу, известный ученый эпохи Троецарствия (220—280 гг.), занимавшийся изучением целебных свойств растений, считал «лунгу» костями погибших драконов. Уже упоминавшийся нами Тао Хун-цзин полагал, что «лунгу» представляет собой «кожу дракона». Взгляды ученых последующего времени не выходили за пределы этих двух точек зрения («Трактат о растениях», т. 43). Характерным для них является то, что они ошибочно считали «лунгу» остатками некогда живших драконов. Сейчас установлено, что «лунгу» — окаменелости костей древних млекопитающих.

С давних времен накапливались в Китае знания и об окаменелых растениях. Жившие в Сунскую эпоху Шэн Гуа и Шао Юн дали описание окаменелостей растения, напоминающего бамбук. Они считали, что это — окаменелости существовавшего в древнейшую эпоху бамбука. Хуан Цзун-чжэн сообщил нам, что в статье «Происхождение животных и растительных организмов в Китае в древнейшую эпоху» («Вопросы геологии», 1947, № 12) И Цзань-тай высказал мнение о том, что окаменелости растения, напоминающего бамбук, представляют собой ископаемые остатки древнейшего растения *Neocalmites*. Такого же взгляда придерживается и Сы Хан-цзянь в статье, которая будет опубликована в ближайшее время. Из этого следует, что представление Шэн Гуа и Шао Юна об окаменелостях бамбука было неправильным. Однако для того времени эту ошибку нельзя признать большой.

В труде «Собрание сведений по естествознанию в период Канси», написанном Ло Сюань-е (1654—1722 гг.), содержатся следующие записи: «В некоторых приморских районах на севере России, где климат особенно суров, обнаружены животные, своим внешним видом похожие на крысу, размерами напоминающие слона. Эти животные живут в пещерах и погибают под воздействием ветра и солнца. Их кости похожи на кости слона, они белые и гладкие, не трескаются при резьбе по ним. Местные жители обнаружили таких животных в земле по берегам рек. Из костей этих животных изготавливаются чаши и гребешки. Их мясо сильно заморожено и после длительной варки может употребляться в пищу. По-русски это животное называется «мамонтом». В «Описаниях удивительных явлений» рассказывается о том, что «на севере в промерзших слоях земли обнаружены гигантские животные весом в тысячу цзиней, их мясо после варки может употребляться в пищу. Эти животные жили в земле и погибали под действием солнца». Животные, о которых говорится в приведенном выше отрывке, существовали в древнейшую эпоху. «Описание удивительных явлений» было написано

в эпоху Шести династий, т. е. в эпоху Южных и Северных династий (375—583 гг.). Сведения, содержащиеся в «Описаниях удивительных явлений», показывают, что 1500 лет назад в Китае мясо мамонтов употреблялось в пищу, а из костей мамонта изготавлялась различная утварь. В древности люди считали мамонтов животными, живущими в земле, погибшими от ветра и солнца. Совершенно очевидно, что такое представление было ошибочным.

Обобщая вышесказанное, следует отметить, что содержащие рациональное научное зерно представления о происхождении окаменелостей у древних и средневековых ученых Китая преобладали над ошибочными.

<sup>2</sup> «Лунгу» — дословно «кости дракона». — Прим. пер.

Л. Ш. ДАВИТАШВИЛИ

ЛУИ ДОЛЛО

(К столетию со дня рождения)

Выдающийся бельгийский палеонтолог Луи Долло умер четверть века назад, 17 апреля 1931 г. Имя его хорошо известно биологам, палеонтологам и геологам. Роль его в развитии биологических и геологических наук так велика, что представляется крайне странным отсутствие в мировой литературе сколько-нибудь обстоятельной научной биографии этого крупнейшего палеонтолога и работ, посвященных анализу его трудов. Имя Л. Долло очень часто упоминается и в учебной и в специальной (биологической, палеонтологической и геологической) литературе, а также в трудах по истории науки, но жизнь и деятельность его освещены в высшей степени слабо. Наиболее полная и все же очень краткая биография Л. Долло была недавно опубликована бельгийским зоологом-эмбриологом П. Бриеном<sup>1</sup>, отдельные биографические сведения имеются в двух статьях крупного австрийского палеонтолога О. Абеля<sup>2</sup>, интересные воспоминания о Долло содержатся в статье Н. Н. Яковлева<sup>3</sup>, который переписывался с бельгийским ученым в течение ряда десятилетий. Краткий некролог, подписанный инициалами A. S. W. и помещенный в английском журнале «Nature», принадлежит, без сомнения, известному палеоихтиологу А. Смит-Вудварду. Директор Брюссельского музея естественной истории В. Ван-Стрелен составил краткую биографическую заметку о Долло с приложением списка трудов этого ученого<sup>4</sup>. Этим почти исчерпывается биографическая литература о Долло.

НЕКОТОРЫЕ БИОГРАФИЧЕСКИЕ СВЕДЕНИЯ  
о Л. ДОЛЛО

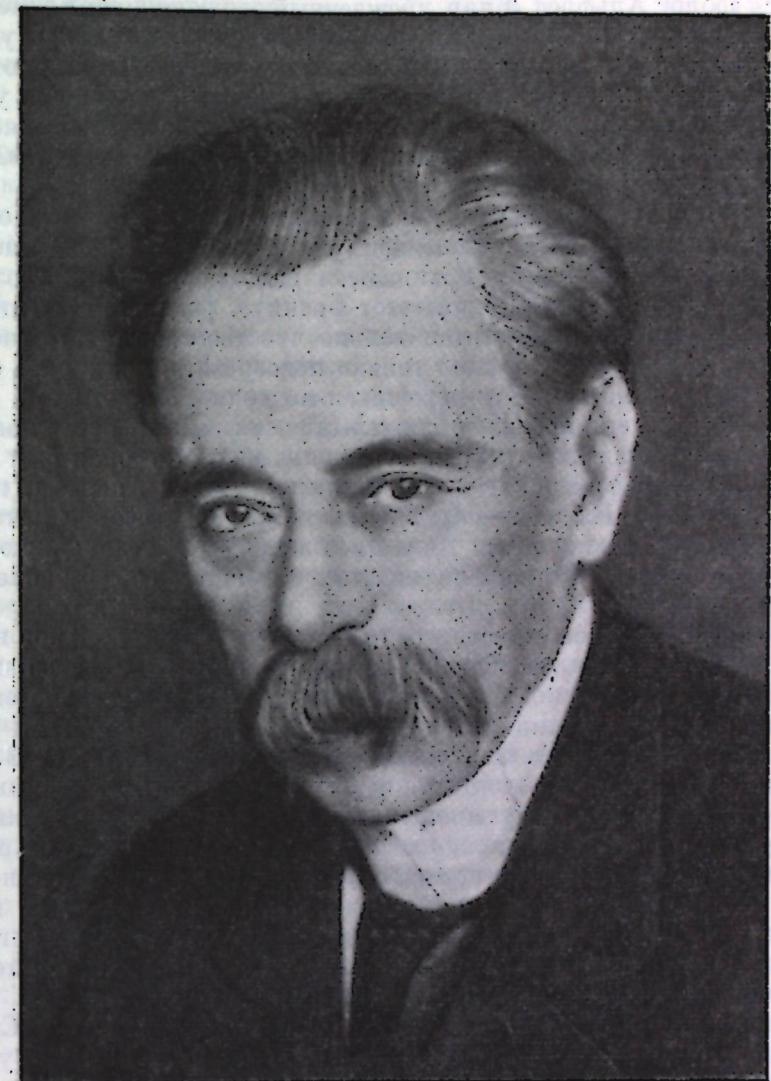
Луи Антуан Мари Жозеф Долло родился 7 декабря 1857 г., во Франции в г. Лилле. Мы ничего не знаем о его родителях; О. Абель сообщает, что несколько поколений предков Долло жили в Рюссе и были моряками. Л. Долло учился в Лильском университете. В 1877 г. он окончил курс со

<sup>1</sup> P. B r i e n. Notice sur Louis Dollo. «Annuaire de l'Académie royale de Belgique». Notices biographiques, 1951, стр. 69—138.

<sup>2</sup> O. A b e l. L. Dollo. Zur Vollendung seines siebzigsten Lebensjahres. «Palaeobiologica», Bd. I, 1928, стр. 7—12; O. A b e l. Louis Dollo. 7 Dezember 1857—19 April 1931. Ein Rückblick und Abschied. «Palaeobiologica», Bd. IV, 1931, стр. 321—344.

<sup>3</sup> Н. Н. Яковлев. Воспоминания о Луи Долло. «Ежегодник Всероссийского палеонтологического об-ва», т. X, 1935, стр. 7—9.

<sup>4</sup> V. Van Straelen. Louis Dollo (1857—1931). «Bull. de Musée d'hist. nat. de Belgique», т. IX, N 1, 1933.



Л. Долло

званием гражданского и горного инженера. В университете он получил хорошую математическую подготовку под руководством профессора Буссинеска. Однако большую роль в научной подготовке Долло сыграли крупный французский ученый, профессор геологии Жюль Гослэ и особенно выдающийся зоолог Альфред Жиар, убежденный эволюционист и замечательный научный руководитель. Жиар уделял большое внимание вопросу о приспособлениях животных к окружающей среде. Он основал морскую биологическую станцию в Вимерё, близ Булони, на берегу Ламанша, где ученики Жиара, и среди них Долло, осваивали методы исследования. Позже Жиар стал профессором Парижского университета, в котором основал «Лабораторию эволюции организмов».

Через два года по окончании курса в университете, в 1879 г., Долло переехал в Брюссель и работал инженером на газовом заводе. Мы не знаем, что побудило Долло покинуть Францию, и нам непонятно, что означают слова Бриена о том, будто Долло, «этот француз, родившийся и получивший воспитание во Франции, питал только чувство горечи по отношению к стране, где он родился»<sup>5</sup>. Можно только подозревать, что с этой страной в жизни Долло связана какая-то пережитая им драма. Может быть, переезд в Бельгию по времени совпал с тяжелыми семейными переживаниями: Абель сообщает, что Долло «женился очень рано, но брак был расторгнут вскоре после рождения его единственного сына Адольфа, который живет в Монреале (в Канаде. — Авт.), где состоит профессором математики в университете»<sup>6</sup>. С того времени Долло вел замкнутую,единенную жизнь, и даже самые близкие ему люди не решались спрашивать об обстоятельствах его личной жизни.

Юный инженер газового завода продолжал чувствовать сильное влечение к биологическим наукам, особенно к палеонтологии. Он познакомился с трудами В. О. Ковалевского, и этим определилось направление его научной деятельности: он решил стать палеонтологом. Это было не позднее 1880 г. 25 декабря 1880 г. А. О. Ковалевский писал своему брату В. О. Ковалевскому: «У меня еще завалялось письмо из Брюсселя некоего инженера Долло; посылаю его и прошу прощения, что оно так долго пролежало». В 1882 г. Долло поступил на должность младшего натуралиста в Брюссельский королевский естественно-исторический музей. Ему была поручена обработка ископаемых пресмыкающихся и особенно игуанодонтов, которые незадолго до того были обнаружены в Берниссаре (Бельгия). В 1886 г. Долло принял бельгийское подданство. В 1891 г. он был назначен хранителем отдела позвоночных в упомянутом музее. Более сорока семи лет он работал в этом учреждении и в течение этого времени, по свидетельству Ван-Стрелена и Бриена, он ни разу не воспользовался отпуском для отдыха хотя бы на один день.

Биографы говорят о каких-то очень тяжелых условиях работы Долло в Бельгийском естественно-историческом музее. Статья Ван-Стрелена, написанная благожелательно по отношению к Долло и даже, пожалуй, с некоторой теплотой, указывает на это обстоятельство осторожно и сдержанно. «В среде, где биологические науки имели довольно замедленное развитие,— сообщает Ван-Стрелен,— успех его исследований и сенсационный характер некоторых рассматриваемых им объектов вызывали неизбежные реакции личного порядка. Одаренный весьма значительной восприимчивостью, по своей природе мало склонный делать уступки, обладавший редкой независимостью мышления и высказываний, он, быть может, преувеличивал значение нападок, которым он подвергался... Возникали инциденты, осо-

<sup>5</sup> P. Br i e n. Notice sur Louis Dollo..., стр. 72.

<sup>6</sup> O. A b e l. Louis Dollo. 7 Dezember 1857—19 April 1931..., стр. 321—344.

бенно резкие и тревожный послевоенный период»<sup>7</sup>. По словам Ван-Стрелена оценка участвовавших в этой борьбе людей и их поступков окажется возможной в будущем, когда пройдет достаточно времени для того, чтобы страсти улеглись и настушили условия, нужные «для беспристрастного изучения хранящихся документов».

Бриен, очень мало общавшийся с Долло и в своем биографическом очерке во многом опирающийся на данные Ван-Стрелена, тоже делает туманные намеки на какие-то обстоятельства, омрачавшие жизнь Долло, не пытаясь разъяснить читателю причины глубоких страданий, которые переживал этот ученый. Бриен говорит, что Долло обнаруживал безграничную преданность науке, возвышенную и чистую веру в нее<sup>8</sup>, и вот это-то делало его, по мнению Бриена, очень чувствительным к обидам.

Значительно проще и непринужденнее высказывается по этому поводу человек, посторонний для Бельгийского естественно-исторического музея, — венский палеонтолог О. Абель. В статье, посвященной 70-летию Долло, Абель прямо заявлял, что Долло в прошлом «много страдал от неприязни и зависти своих ближайших коллег», и без обиняков говорил о «маленьком мире врагов и завистников», которым был окружён этот ученый<sup>9</sup>. О комнате, где работал Долло до 1904 г., Абель писал<sup>10</sup>, что это была «скорее тюремная камера, чем рабочая комната»: из года в год, каждый день с восьми часов утра можно было видеть Долло «в маленьком, темном и сыром подвалном помещении музея». «Крошечный рабочий стол с убогим плетеным креслом перед ним, плохо горящая газовая лампа, несколько сколоченных из грубых досок стеллажей для книг и объектов и маленькая железная печка составляли обстановку комнаты, где для того, чтобы бороться с сыростью и затхлостью, надо было непрерывно топить печку и притом держать окно открытым». Описав в таких словах «кабинет» Долло, Абель добавляет: «в этом жалком помещении, в котором нельзя было держать последнего подсобного работника научного учреждения, были написаны мастерские труды по игуанодонтам, мозазаврам, черепахам и двоякодышащим рыбам». Долло, которому уже тогда принадлежало много основополагающих трудов по ископаемым рептилиям, прекратил обрабатывать эту группу и против своего желания приступил к изучению ископаемых рыб, повинувшись распоряжению директора музея Э. Дюпон. В 1895 г. вышел труд Долло о двоякодышащих рыбах, который поставил Долло, уже пользующегося репутацией серьезного ученого, в первый ряд палеонтологов того времени. Это, видимо, не понравилось Дюпону и его «советчику», который, по словам Абеля, написал директору: «Лучше уж велите Долло вернуться к изучению пресмыкающихся»<sup>11</sup>. Абель<sup>12</sup> открывает никогнико лица, дававшего советы директору Дюпону: это был мюнхенский палеонтолог К. А. фон-Циттель, известный, главным образом, своими капитальными руководствами-справочниками, написание которых требовало огромного труда и обширнейших познаний. Циттель относился отрицательно к разработке вопросов эволюции на палеонтологическом материале и не проявлял интереса к общим вопросам палеонтологии и, в частности, — к палеоэкологии. Если Циттель, как эмпирик, осуждал «мудрствования» Долло, то Дюпон, который, в некоторой мере отчасти занимался палеонтологией пресмыкающихся, по-видимому, был движим завистью.

<sup>7</sup> V. Van. S t r a e l e n. Louis Dollo (1857—1931), стр. 6.

<sup>8</sup> P. Br i e n. Notice sur Louis Dollo..., стр. 72.

<sup>9</sup> O. A b e l. L. Dollo. Zur Vollendung seines siebzigsten Lebensjahres..., стр. 8.

<sup>10</sup> Там же, стр. 10.

<sup>11</sup> Там же, стр. 328.

<sup>12</sup> O. A b e l. Louis Dollo. 7 Dezember 1857—19 April 1931..., стр. 13.

Характерные подробности биографии Долло сообщают Н. Н. Яковлев: «Во время мировой войны Долло был чужд проявлений злобы и ненависти, которые, к сожалению, выказали некоторые ученые, и в связи с этим подвергся некоторому преследованию и едва не был исключен из членов Бельгийской Академии»<sup>13</sup>. Отсюда можно сделать вывод, что и в последний период своей жизни Долло подвергался травле и гонениям. Н. Н. Яковлев отмечает также, что «в печати долго не появлялось некрологов», имея в виду прежде всего печать стран французского языка. Директор Брюссельского музея Ван-Стрален сообщил Яковлеву, что «согласно воле покойного, никаких сообщений в печати (подразумевается, французской) сделано не будет»<sup>14</sup>. Все это также указывает на ненормальные условия даже последних дней жизни Долло.

Таким образом, вся деятельность Долло протекала в чрезвычайно тяжелой обстановке. Мы думаем, что это нельзя объяснить лишь мелочностью и любой ближайших ученых коллег Долло, завидовавших его блестящим научным успехам, его исключительно высокой одаренности. Основная причина ненависти, которую некоторые влиятельные деятели науки питали к Долло, заключается, по нашему мнению, в идеологической направленности произведений этого ученого: он был стойким дарвинистом, каких в его время среди ведущих естествоиспытателей Запада было очень мало. Нам кажется, что труды Долло и его научное наследие еще не оценены по заслугам. Когда он займет заслуженное место в истории естествознания, бельгийские ученые, надо надеяться, разберутся в кажущихся странными обстоятельствах его жизни, проанализируют, кстати, те рукописные материалы, о существовании которых писал Ван-Стрален, и тогда появится, наконец, научная биография Луи Долло, высоко одаренного натуралиста, мужественного борца за подлинно научные принципы в биологии.

Представляется на первый взгляд странным, что этот скрытый и волевой человек с «маской бесстрастия» на лице обнаруживал непреодолимое волнение во время лекций в тех случаях, когда ему приходилось рассказывать студентам о В. О. Ковалевском. Бриен пишет по этому поводу, что В. Ковалевскому он посвятил «настоящий культ»<sup>15</sup>, и что он часто говорил о своем учителе в палеонтологии «в взволнованных словах, иногда прерывавшихся рыданиями». О том же самом рассказывал слушавший лекции Долло советский геолог К. Д. Татаришвили<sup>16</sup>. Проще всего объяснить это, конечно, старческой слезливостью — возрастным изменением нервной системы. Едва ли, однако, такое объяснение будет правильным. Долло до конца жизни оставался человеком твердой воли. Но ведь иногда и таким людям трудно подавлять проявления чрезмерно острых душевных переживаний. Преемник В. О. Ковалевского, он лучше и глубже, чем кто-либо иной, понимал, как много потеряла наука в лице трагически погибшего основателя эволюционной палеонтологии. По добытым им отрывочным сведениям, Долло составил представление о В. О. Ковалевском как о благородном деятеле науки. Он горячо любил В. О. Ковалевского и, свободный от национализма, присущего некоторым другим ученым, не мог любить его меньше только потому, что В. О. Ковалевский был русским, а не французом или бельгийцем. Этот русский ученый до Долло не был еще оценен по заслугам ни в России, ни за границей, и роль его впервые была в полне понята только Долло. Нужно ли удивляться

тому, что именно Долло так болезненно, так мучительно переживал страшальскую судьбу гениального русского палеонтолога?

Долло избегал дальних путешествий. После того, как он поселился в Брюсселе, он бывал в Париже, Лондоне, Кембридже, Кельне и Байрёите, а летом 1906 г. он побывал на родине своих предков в Бретани. В Кембридже он был в 1909 г. на торжествах по поводу столетия со дня рождения Дарвина. И это — все, что нам известно о путешествиях Долло: ни поездок на курорты (за исключением поездки в Спа в 1929 г., совершенной во время болезни, не задолго до смерти, и поездок по Бельгии), ни экскурсий в качестве биолога, палеонтолога или геолога, ни посещений крупных центров (кроме упомянутых городов), где имеются богатые зоологические и геолого-палеонтологические музеи, ни участия в научных съездах и конгрессах, каких было немало на протяжении его довольно продолжительной научной деятельности. Более того, он не занимался исследованиями даже бельгийских местонахождений изучаемых им ископаемых остатков позвоночных. Он рассказывал Абелю, что только раз в жизни сам нашел ископаемый остаток позвоночного: это была одна фаланга мелового динозавра, случайно обнаруженная им в отвалах одной заброшенной каменоломни.

Что бы ни говорили о целюдности Долло, это не был кабинетный ученый, всецело ушедший в область своих специальных исследований, замкнувшийся в ней. Со всей страстью эмоциональной натуры он отдавался работе по распространению знаний в народе. Популяризацией достижений естествознания он, по словам Бриена, занимался «с поразительным пылом, с огромной верой в это дело и с совершенной исключительной успешностью»<sup>17</sup>. Эта деятельность Долло началась в 1893 г. Он был избран председателем Организации по распространению научных знаний, состоявшей при Брюссельском свободном университете. Он разъезжал по Бельгии, посещал города и деревни, где его беседы и лекции вызывали энтузиазм слушателей. Это была, по словам Бриена, «героическая» эпоха в жизни Долло, и Бриен утверждает, что еще теперь, более, чем через 50 лет, беседы Долло живы в памяти его слушателей. Сохранились программы этих кратких популярных курсов, или циклов лекций. Вот некоторые темы этих чтений: «Рыбы Бельгии», «Рыбы Конго» (1895); «Предки домашних животных» (1900); «Великие эпохи истории Земли» (1905). Долло принадлежит много популярных статей по естествознанию, некоторые из них переведены на иностранные языки.

Несмотря на любовь к преподаванию и выдающееся дарование учителя-лектора, Долло начал профессорскую деятельность, точнее, был допущен к ней, очень поздно; он был назначен экстраординарным профессором Брюссельского свободного университета 26 июня 1909 г. 20 октября Долло прочел вступительную лекцию об этологической палеонтологии. Таким образом, он стал профессором только на пятьдесят втором году жизни и оставался им до 1928 г., когда был уволен в отставку со званием почетного профессора Брюссельского свободного университета. В 1911 г. он был избран членом-корреспондентом Бельгийской академии по разряду наук, а в 1913 г. — действительным членом этой академии. По сообщению Н. Н. Яковleva, Долло был членом-корреспондентом Академии наук СССР, академий наук в Нью-Йорке, Берлине, Амстердаме и Мюнхене. Долло был также членом-корреспондентом Королевского общества наук в Уппсале (Швеция) и почетным членом многих научных обществ, в том числе и Всероссийского палеонтологического общества. Университеты Кембриджа, Гиссена, Осло и Уtrechtia присудили ему степень доктора honoris causa.

<sup>13</sup> Н. Н. Яковлев. Воспоминания о Луи Долло, стр. 9.

<sup>14</sup> Там же, стр. 7.

<sup>15</sup> Р. В г i e n. Notice sur Louis Dollo..., стр. 80.

<sup>16</sup> Л. Давиташвили. В. О. Ковалевский. Изд. 2, М., 1951, стр. 515.

## НАУЧНЫЕ ТРУДЫ Л. ДОЛЛО

Научная деятельность Долло была весьма разнообразной, и в то же время между различными ее направлениями существовала глу́бокая ви́нту́рре и на́зывь. Все его работы были подчинены одной великой биологической проблеме — проблеме развития органического мира в зависимости от условий среды. Центральное место в его научном наследии занимают работы по ископаемым пресмыкающимся, начатые им в первые годы научной деятельности. Тем не менее мы считаем возможным и наиболее удобным дать сначала краткий обзор его исследований в области изучения современной морской фауны, а затем рассмотреть его палеонтологические исследования.

Начало научной деятельности Долло совпало с замечательными открытиями известной экспедиции «Челленджера». В этой экспедиции принимал участие крупный натуралист, профессор Оксфордского университета Г. Мослей, один из основателей морской гидробиологии. Долло испытал на себе сильное влияние трудов Мослея. Этот замечательный биолог-эволюционист в своих трудах затрагивал проблему исторического изменения экологических особенностей организмов в процессе эволюции, т.е. проблему экогенеза и экогенетической экспансии органических форм. Мослей писал, что глубоководная фауна, по-видимому, почти полностью произошла от литоральной, т.е. мелководной фауны, которая, быть может, дала начало и всей наземной фауне. Он считал вполне возможным, что в палеозое глубокие части океанов еще не были заселены и что активная миграция в глубокие воды началась только в мезозое.

Приняв эти основные положения, Долло разрабатывал их в некоторых своих трудах, особенно же подробно — в популярно написанной, но оригинальной по содержанию книге «Жизнь в глубинах моря» (1891). Через всю книгу красной нитью проходит идея развития органических форм в зависимости от условий существования. Центральное место здесь занимает вопрос о происхождении глубоководной фауны от мелководной. Знаменитый естествоиспытатель Л. Агассис в 1872 г. высказывал уверенность в том, что глубоководные исследования океанов откроют формы, близкие к трилобитам палеозоя и моллюскам, близких к аммонитам. По Долло же, одна из замечательных особенностей современной глубоководной фауны заключалась в отсутствии «палеозойских» форм. Значит, нынешние обитатели больших глубин не могут быть потомками форм, живших здесь в палеозое. Жизнь на нашей планете началась, по Долло, в прибрежной полосе моря, там, куда легко проникают свет и тепло, и где достаточно сильное движение воды обеспечивает непрерывную аэрацию, а растительная жизнь доставляет животным и кислород и пищу в обилии. Таким образом, в этой области раньше, чем в других, создались условия, необходимые для развития разнообразных форм животных. Колонизация глубоководной области началась сравнительно поздно. Чтобы установить время заселения этой области, нужно, говорил Долло, выяснить, к каким ископаемым формам близки наиболее архаичные представители современной глубоководной фауны. На основании довольно скучных данных тогдашней гидробиологии глубоководных частей океанов Долло пришел к выводу, что самые древние формы, живущие в этой области, близки к животным, существовавшим в морях среднего и верхнего мезозоя. Поэтому, говорил он, мелководные формы начали спускаться в пучины моря после середины мезозоя. Вывод этот, конечно, должен быть проверен на основе новейших данных науки, но путь, приведший Долло к такому заключению, представляется нам интересным, заслуживающим внимания всех исследователей, интересующихся вопросами экогенетической экспансии животного мира.

Скорость, с которой происходила колонизация больших глубин, должна была быть низкой, так как животные должны были понемногу приспособляться

к новым для них условиям глубоководного существования. Поэтому в геологические эпохи, промежуточные между мезозоем и современностью, абиссальная фауна еще не простиралась до таких глубин, как ныне. Нельзя сказать, что в настоящее время морская фауна в своей экспансии в сторону наибольших глубин достигла предела, дальше которого она уже не может продвигаться. Поскольку потомки животных, населявших прибрежную область, смогли приспособиться к условиям, господствующим на глубине 6000 м, вполне вероятно, писал Долло, что будут заселяться и более значительные глубины.

Долло изучал ихтиофауну современных океанов. Он занимался обработкой рыб, собранных бельгийской антарктической экспедицией 1897—1899 гг. В 1900 г. он начал публиковать результаты своих исследований в предварительных заметках, а в 1904 г. выпустил крупный труд, в котором рассматриваются не только вопросы морфологии и систематики рыб, но и важные проблемы зоогеографии: проблемы происхождения антарктической фауны и биполярности. Он описал ряд новых видов рыб, найденных в полярных водах на глубинах от 300 до 2800 м. Антарктическая ихтиофауна оказалась обедненной и специализированной фауной более северной, субантарктической полосы.

Долло отверг выдвинутую Пфеффером (1890) и Мерреем гипотезу, согласно которой две полярные области — арктическая и антарктическая — были населены сходными, по существу тождественными фаунами (фаунами архаппескими) — реликтами некой первоначально всесветной фауны. Долло доказывал, что ни арктическая, ни антарктическая ихтиофауна не могут считаться примитивными: это — специализированные фауны. Сходство между арктическими и антарктическими рыбами объясняется конвергенцией. Полярные фауны возникали, по Долло, независимо одна от другой в результате адаптивной эволюции переселявшихся в эти области самостоятельных видов, причем формирование сходных типов этих двух фаун могло происходить и разновременно. Эти две области были заселены вследствие центробежных миграций различных субарктических и субантарктических видов. Таким образом, в этом капитальном исследовании Долло развивает идею исторического процесса, которую мы теперь иногда называем экогенетической экспансией, выступая против гипотезы исконной биполярности океанических фаун.

В том же труде рассматриваются и другие вопросы эволюции рыб. Большой интерес представляют, в частности, исследования исторических преобразований чешуй рыб — от тяжелых, образующих прочный панцирь ромбических ганоидных чешуй к тонким циклоидным чешуям, черепичато покрывающих одна другую, и к еще более облегченным ктеноидным чешуям. Эти последние иногда вновь принимали облик циклоидных — становились псевдоциклоидными. Несколько позже Долло обработал рыб, собранных шотландской антарктической экспедицией (1906—1907 гг.). Эти работы в области морской гидробиологии тесно связаны с его палеонтологическими исследованиями.

Из палеоихтиологических трудов Долло наиболее важна упомянутая нами монография о двоякодышащих рыбах. Долло, конечно, не мог установить точные филогенетические ряды форм: для таких построений наука и теперь не имеет достаточных данных. Однако он показал, что и на сравнительно скучном материале можно разрабатывать общебиологические вопросы первостепенного значения: прослеживать этапы эволюции, выяснять исторические изменения отношений между организмами и средой, открывать закономерности развития органических форм. Он изучал и современных и ископаемых двоякодышащих. Современные рыбы этой группы могут дышать при помощи легких, и до Долло некоторые ученыые думали, что эти животные могли дать начало земноводным. Долло показал, что двоякодышащие не были предками четвероногих позвоночных. В процессе эволюции двоякодышащие приближались

к углевидному типу. Они утратили предчелюстную кость, верхнечелюстные кости, пинеальный глаз—органы, которые существовали у древнейших земноводных, примитивных стегоцефалов. Они приобрели своеобразно редуцированную зубную систему. Органы, утраченные в процессе эволюции, никогда не восстанавливаются. Поэтому двоякодышащие представляют собой особую ветвь, отделившуюся от кистеперых, которые дали начало также и древнейшим амфибиям. Этот вывод сохраняет силу до настоящего времени.

В научном наследии Долло наиболее видное место занимают его работы по ископаемым рептилиям, которым посвящены многие из его классических исследований. Это не обычные описательные монографии, а сравнительно небольшие, очень кратко изложенные статьи, содержащие этологический анализ ископаемых форм. Он изучал приспособления некогда живших организмов и их образ жизни. Исходным материалом служили во многих отношениях замечательные и богатые собрания Брюссельского музея. На территории Бельгии, в Берниссаре, в 1877 г. было открыто поразительно богатое местонахождение нижнемеловых динозавров — игуанодонтов. Долло установил способ передвижения этих животных, их двуногую локомоцию и многие связанные с этим этологические особенности. Однако его не удовлетворяло выяснение образа жизни динозавров: он стремился к выяснению и стоящих изменений отношений животных к среде, и стоящих их адаптаций. С этой точки зрения он сумел осмысливать те данные, которые сообщали о различных динозаврах другие исследователи, в частности американские. Изучение фактов, относящихся к строению скелета таких динозавров, как *Stegosaurus* и *Triceratops*, привело его к неожиданному открытию (1905): эти динозавры, несомненно ходившие на четырех ногах, должны были иметь «двуногих» предков, на что недвусмысленно указывает строение их задних конечностей и тазового пояса, сближающее их с игуанодонтами. Таким образом, в строении животных могут сохраняться следы адаптаций их предков, что и позволяет исследователю выяснить экогенетический путь эволюционного развития изучаемых форм.

Замечательны также его работы, посвященные ископаемым пресмыкающимся других групп: ринхоефалов, черепах, крокодилов, ихтиозавров, мозазавров. Эти исследования заслуживают тщательного анализа, необходимого для освещения во всех тонкостях метода, которым пользовался Долло. Здесь мы ограничимся немногими примерами. Очень интересны результаты изучения им экологической (экогенетической) истории морских черепах (1901 и 1909 гг.). Одни из этих рептилий приспособлены к прибрежной жизни, имеют выпуклый, мощный костный панцирь; у других, пелагических, панцирь значительно облегчен. Пелагическое существование вызывало все большую и большую редукцию панциря, хотя некоторые пластиинки его, а именно — шейные, необходимые для того, чтобы к ним прикреплялись мышцы шеи, всегда сохраняются. Если у таких форм развивается вторичный панцирь, это значит, что соответствующие формы вновь стали прибрежными: это — вторично-прибрежные черепахи. Исследование первичных и вторичных образований в строении некоторых морских черепах привело Долло к полному глубокого значения выводам относительно экогенетической истории этих животных. Он установил следующий «этологический ряд» морских черепах: мастихитский вид *Glyptochelone suyckerbuyki* есть пример первично-прибрежного типа; этот тип дал начало первично-пелагическому типу (мастихитский *Allopleuron* и ныне живущий *Thalassochelys*), от которого произошли формы вторично-прибрежного типа (среднеолигоценовый *Psephophorus*), из которого возник вторично-пелагический тип, представленный ныне живущим видом *Dermochelys*. Выясненные Долло черты исторического развития морских черепах показывают, что сколько сложным и извилистым путем шел экогенез этих животных. Вся группа произошла от

наземных черепах, но дальнейшее развитие перешедших к водной жизни форм отнюдь не выражалось в неуклонном продвижении от берегов к открытому морю, потому что, как показал Долло, адаптация зачастую шла и в прямо противоположном направлении — от открытого моря к берегам. Исследования Долло еще не дают полной картины экологии морских черепах, но огромное их значение состоит в том, что они показали, как и why о работе для восстановления такой картины.

Не меньшее методологическое значение имеют его работы о мозазаврах — крупных морских рептилиях мелового периода. Основным материалом послужило ему замечательное собрание ископаемых остатков этих животных, хранившееся в Бельгийском естественно-историческом музее. Эти остатки найдены в слоях разных горизонтов верхнего мела — от турона до мастихита. Мозазавры происходят от ящерицеобразных пресмыкающихся, которые вели наземный образ жизни. Этологический тип древнейших наземных ящерицеобразных изменился, по Долло, в трех основных направлениях. Одна ветвь представлена животными, которые совершились в направлении ползания и дали начало змеям. Другая вела к древесной жизни, столь характерной для многих ящериц. Третья — к земноводному существованию (семейство *Varanidae*), а из форм, приспособившихся к такому образу жизни, развились пелагические формы — мозазавры. Среди них он указывает различные этологические типы. Так, мозазавры верхнесенонского вида *Prognathosaurus solvayi* были посредственными пловцами; они подстерегали крупную добычу и набрасывались на нее. Самый крупный из всех изученных Долло мозазавров, тоже верхнесенонский *Hainosaurus bernardi*, достигавший 17 м в длину, был хищником, плававшим только в поверхностных водах. Мастихитский *Globidens fraasi* с шариковидными, перетирающими зубами питался преимущественно морскими ежами, а другой мастихитский мозазавр *Plioplatecarpus marshi*, с крючковидно загнутыми, но тонкими зубами, поедал, очевидно, преимущественно головоногих. Крупный мастихитский мозазавр *Mosasaurus giganteus*, длиной в 15 м, был хорошим пловцом и опасным хищником.

Долло изучал слуховой аппарат мозазавров. Так, у *Plioplatecarpus* передача звуковых волн происходила через кости, и на этом основании Долло считал его ныряльщиком; этот вывод подтверждается другими особенностями строения черепа, а также значительной величиной орбиты париетального глаза, что указывает на сильное развитие непарного глаза, — важное приспособление для восприятия интенсивности света при вырывании. Изучение зубной системы мозазавров (1913 и 1924) позволило Долло установить у этих животных несколько типов приспособлений к питанию: одни из них, плотоядные и мощные хищники, питались черепахами и мелкими мозазаврами, другие поедали главным образом внутреннераковинных головоногих (таким был, вероятно, *Plioplatecarpus*), третий, с шариковидными зубами, питался беспозвоночными с более или менее прочным паружным скелетом — донными моллюсками, ракообразными, ежами и т. д. (судя по строению шариковидных зубов у разных видов *Globidens*, можно полагать, что среди них были формы с более узкими приспособлениями к питанию: коихираги, или дробители раковин моллюсков, карцинофаги, или пожиратели раков, и эхиофаги, или пожиратели ежей).

Привлекала внимание Долло также и другая группа морских пресмыкающихся мезозоя — ихтиозавры, или рыбоящеры. Эти животные имели двулопастной гиподеркальный хвостовой плавник, т. е. такой неравнолопастной плавник, в котором задний конец позвоночника отклоняется не в верхнюю лопасть (как у большинства рыб с неравнолопастным хвостовым плавником), а в нижнюю. Высказывалось мнение, что гиподеркания есть весьма полезное приспособление для пловцов-ныряльщиков, удельный вес которых снижается вследствие наличия мощных легких. Долло (1907) поддержал это мнение и высказался

за то, что ихтиозавры действительно были ныряльщиками. Доказательством этого служит, по его мнению, строение уха (гипертрофия коллумеллы). В результате исследования этого отдела черепа ихтиозавров он пришел к выводу, что у этих животных звуковые волны передавались не вибрацией барабанной перепонки, а через кости (как у мозазавров). Такую форму восприятия слуховых ощущений он называл «молекулярным слухом» (который осуществляется, но иным путем, у китообразных, также приспособленных к нырянию). Этот вывод подтверждается наличием у ихтиозавров огромных глаз, способных выполнять функцию зрения в слабо освещенных, относительно глубоких водах и в тоже время защищенных сильно развитым склеротическим кольцом.

Из млекопитающих прошлых геологических времен он изучал главным образом водных, потому что Брюссельский музей был богат именно коллекциями остатков ископаемых китообразных и сирен.

Разрабатывая метод исследования, который обычно называют этологическим (этот термин кажется нам недостаточным, суживающим значение метода, применяемого Долло), он считал его применимым и к другим палеонтологическим объектам: не только к низшим первично-водным позвоночным, но и к таким беспозвоночным, как головоногие моллюски и членистоногие. В классической работе «Этологическая палеонтология» (1910) он дал этологический анализ многих низко организованных форм: древнейших первично-водных бесчелюстных позвоночных *Lanarkia*, *Thelodus*, *Ateleaspis*, *Cephalaspis*, а также ракоскорпионов *Erettopterus*, *Pterygotus*, *Slimonia*, *Hughmilleria*, *Eurypterus*, *Stylonurus*, *Limulus*, *Adelophthalmus*, *Bunodes* и трилобитов *Homalonotus*, *Olenellus*, *Dalmanites*, *Deiphon*, *Aeglina*, *Trinucleus*. В двух работах он рассмотрел с этологической точки зрения некоторые важные группы ископаемых и современных головоногих (1912 и 1922).

Большим триумфом метода этологической палеонтологии было применение его к изучению ныне живущих животных. В этом отношении большой интерес представляют работы Долло, посвященные сумчатым (1899; 1900—1906). Он установил, что предки современных сумчатых были древесными животными. К такому выводу привело его изучение строения этих животных, особенно же строения их конечностей, этологический анализ которых показывает, что их обладатели должны были иметь предков с хватательными, древесными адаптациями (большой палец современных форм противопоставляется четвертому, а второй и третий подверглись редукции). Этот важный вывод был сделан на основании анализа строения ныне живущих форм. Он был принят и зоологами и палеонтологами<sup>18</sup>. Теперь это — одно из наиболее прочно установленных основных положений экологии млекопитающих. От древнейших древесных сумчатых происходят многие формы, вновь приспособившиеся к жизни на почве. У одних сумчатых этот переход совершился путем утраты первого пальца. У других пятипалая конечность преобразовалась в функционально однопалую: первый и пятый палец исчезли, четвертый сильно развился и несет всю тяжесть тела, а второй и третий стали тонкими и подверглись синдактилии. Интересно, что такие сумчатые с функционально однопалой стопой могут вновь, вторично, приспособиться к древесной жизни, но в этом случае уже не восстанавливается первоначальное строение пятипалой хватательной конечности. Таким образом, Долло доказал возможность выяснить важнейшие этапы эволюции и таких групп организмов, палеонтологическая история которых в основных чертах остается нам еще не известной. Кстати сказать, сделанные впоследствии находки ископаемых форм подтвердили теорию Долло о древесном происхождении сумчатых.

Все изложенное приводит нас к выводу, что Долло разработал этологический метод изучения ископаемых животных и доказал примени-

<sup>18</sup> W. K. Gregory. Evolution emerging. N.-Y., 1951, стр. 366.

мость этого метода к изучению самых разнообразных групп позвоночных, а также некоторых групп беспозвоночных.

Отдельные его выводы, касающиеся этологических особенностей ископаемых организмов, могли оказаться, и в действительности оказывались, неточными, даже неверными. Но ведь изучение развития органического мира невозможно без гипотез. Мы вправе сказать, что Долло был продолжателем дела В. О. Ковалевского в области изучения приспособлений древних животных и истории этих приспособлений. Подобно своему учителю он никогда не довольствовался выяснением функционального значения того или иного органа и этологического типа изучаемого животного: он стремился к выяснению исторического развития приспособлений и причин этого процесса.

В этом направлении он сделал больше, чем любой другой ученый после В. О. Ковалевского, и в этом его огромная заслуга перед палеонтологией и биологией.

Надо, однако, отметить некоторую ограниченность его исследований и его метода: он никогда не связывал изучение ископаемых организмов с изучением условий местонахождения окаменелостей и геологической истории соответствующих участков земной коры. Палеонтологическое исследование животных у него было оторвано от геологического исследования условий, в которых они жили и развивались. Этой ограниченности не было у В. О. Ковалевского, в трудах которого осуществлялось единство биологического (палеобиологического) и геологического методов изучения развития организмов и среды. В этом смысле, надо прямо сказать, работы В. О. Ковалевского, так же как и палеонтологические труды А. П. Карпинского, методологически стоят выше исследований Долло. Настаивая на том, что палеонтология — чисто биологическая наука, Долло считал возможным разделить всех ископаемых животных на две группы, из которых одну, по его мнению, должен изучать геолог для установления геологической хронологии, а другую — палеонтолог. Геологу он был готов отдать в полную собственность ископаемые раковины моллюсков и плеченогих, а всех позвоночных и некоторых беспозвоночных, поддающихся биологическому исследованию, оставляя в безраздельном владении палеонтолога. Ясно, что такое разделение неправильно. Да ведь и сам он, в отступление от подобного решения вопроса, дал прекрасное доказательство возможности «чисто палеонтологического», биологического изучения некоторых моллюсков — головоногих.

Нетрудно видеть, что высокие достоинства трудов Долло связаны с его дарвинистским пониманием органической жизни и ее развития. Среди крупных палеонтологов того времени — эпохи кризиса в естествознании — дарвинистов было мало, особенно среди крупных палеонтологов, изучавших общебиологические вопросы. Ко всяким автогенетическим концепциям эволюции Долло относилсярезко отрицательно. О. Абель усердно уговаривал Долло отказаться от дарвинистских убеждений и в особенности от теории естественного отбора. Но все старания Абеля, по его же признанию, были тщетны: Долло всегда был убежденным дарвинистом<sup>19</sup>.

Однако Долло не только руководствовался идеями учения Дарвина в своих исследованиях: он разрабатывал вопросы дарвинизма, обогащая это учение и двигая его вперед.

Еще в 1893 г. он выдвинул свой знаменитый закон необратимости эволюции. В дальнейших трудах он продолжал развивать идею необратимости, приводил новые доказательства ее, пользуясь материалами, которые ему приходилось изучать. Организмы в своем филогенетическом развитии никогда не возвращаются полностью к прежнему состоянию; прошлое, по Долло, нераз-

<sup>19</sup> O. Ab. L. Louis Dollo. 7 Dezember 1857—19 Avril 1931. Ein Rückblick und Abschied. «Palaeobiologica», Bd. IV, 1931, стр. 331.

рушимо, и потому органическая форма всегда сохраняет хоть какие-нибудь следы этапов, которые были пройдены ее предками. Закон необратимости, в том смысле, в каком его понимал Долло, не может быть подвергнут сомнению. Необратимость филогенетического развития признавали некоторые ученики до Долло: она неразрывно связана с дарвинистским пониманием эволюции, и В. О. Ковалевский, конечно, имел ее в виду, когда разрабатывал вопросы филогенеза копытных (он, например, исходил из того положения, что однажды исчезнувший орган уже не восстанавливается в дальнейшем филогенезе). Однако часть прочного обоснования необратимости принадлежит Долло.

Известно также, что Долло развивал и обосновывал тезисы о прерывистости эволюции и о ее ограниченности. Прерывистость, скачкообразность Долло понимал отнюдь не автогенетически, не как таинственное превращение или «перечеканку» форм, о которой писали некоторые биологи и палеонтологи, и тем более не виталистически; у него идея скачкообразности — необходимый элемент теории естественного отбора. Ограничность же эволюции заключается в неспособности сильно специализированных форм выживать и эволюционировать при значительных изменениях среды.

Долло, к сожалению, не оставил трудов, специально посвященных вопросам дарвинизма. Однако в его многочисленных трудах можно найти ценные для эволюционной теории мысли, обоснованные богатым фактическим материалом. Следует пожелать, чтобы естествоиспытатели-дарвинисты занялись изучением этой части научного наследия Долло.

С. В. ШУХАРДИН<sup>1</sup>

## ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ МЕТОДОВ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

(ПОДЗЕМНЫЙ СПОСОБ РАЗРАБОТКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ)

Из всех процессов добычи твердых полезных ископаемых разрушение горных пород (зарубка и отбойка) является одним из важных и сложных процессов, требующих больших усилий. Поэтому естественно, что за длительный период развития горного дела методы разрушения горных пород претерпели значительные изменения. В настоящее время ведутся усиленные поиски новых решений, которые обеспечивали бы наибольшую безопасность, максимальную производительность труда и одновременно облегчали бы условия работы под землей. При этом новые методы должны сокращать потери полезного ископаемого при разработке месторождения.

На эффективность того или другого метода разрушения горных пород большое влияние оказывает ряд факторов: горно-геологические условия, применяемые системы разработки, средства транспорта, виды крепи и др. В свою очередь используемые методы разрушения пород существенно влияют на выбор систем разработки, вида транспорта, на применение технологической схемы добычи полезного ископаемого, на организацию труда и т. д. Однако в настоящей статье мы не ставим перед собой цели проследить имеющиеся взаимовлияния, так как это является предметом особого исследования.

Чтобы представить основные направления дальнейшего развития техники добычи полезных ископаемых, необходимо хотя бы в самых общих чертах ознакомиться с историей создания и применения методов разрушения горных пород, которые во многом определяют развитие других звеньев горного дела<sup>2</sup>.

### РУЧНОЙ И ОГНЕВОЙ МЕТОДЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

На протяжении веков люди добывают и широко применяют различные полезные ископаемые: камни, руды, минералы и др. С самого начала активного воздействия человека на природу, т. е. с того времени, когда были изготовлены первые орудия труда, камень стал основным материалом для этих орудий. Человек брал из земли, являющейся «первоначальной кладовой его пищи», а также «первоначальным арсеналом его средств труда»<sup>2</sup>. А чтобы добывать камень, человеку приходилось разрушать горные породы. Для этого

<sup>1</sup> Автор предполагает опубликовать ряд статей, освещающих основные этапы развития и других звеньев горного дела: креплений, систем разработки, подземного транспорта и др. Это позволит проследить пути развития горного дела в целом.

<sup>2</sup> К. Маркс. Капитал, т. I. Госполитиздат, 1955, стр. 186.

начали применять простейшие горные орудия: деревянные клинья, кирки из оленевого рога и т. п.

По мере расширения производственной деятельности человека увеличивался и спрос на продукты горного дела, что, в свою очередь, привело к усовершенствованию горных орудий и методов разрушения горных пород. Так, относительно мягкие породы (например, известняки) добывали при помощи каменных, медных, бронзовых, а затем и железных орудий, которыми производили глубокие горизонтальные и вертикальные врубы. Для добычи более твердых пород (гранитов) теми же орудиями делали врубы, куда вбивали сухие деревянные клинья; эти клинья затем некоторое время размачивали водой; расширяясь, они рвали крепкую породу.

Новым, прогрессивным способом, нашедшим широкое распространение уже в бронзовом веке и применявшимся вплоть до XVII в., а иногда используемым и сейчас при проходке разведочных канав и шурфов в районах вечной мерзлоты, явился огневой метод разрушения горных пород<sup>3</sup>. Еще в древности человек заметил, что камень, нагретый на костре и затем облитый холодной водой, трескался. Данное явление было применено впоследствии при подземной добыче медных руд, когда люди встретились с необходимостью разрушения очень твердых горных пород. При огневом методе ведения горных работ у груди забоя раскладывался костер, огонь которого нагревал породу. В результате порода растрескивалась, и таким образом значительно облегчалась последующая добыча полезного ископаемого. Археологические раскопки медных рудников в Австрии (Зальцбург и Тироль), относящихся к бронзовому веку, позволяют полностью представить ведение работ таким методом<sup>4</sup>.

Первое подробное описание огневого метода разрушения горных пород дал Г. Агрикола в своем труде «О горном деле и металлургии»<sup>5</sup>. Как сообщает Агрикола, применение этого метода в XVI в. ограничивалось горным законодательством, так как при его употреблении выделялись едкий дым и ядовитые газы, что заставляло прекращать работы не только в том руднике, где использовали данный метод, но и в соседних.

#### БУРО-ВЗРЫВНЫЕ РАБОТЫ В ГОРНОМ ДЕЛЕ

Поворотным моментом в развитии методов разрушения горных пород явилось применение взрывных работ. Порох для подземных работ впервые был использован в 1627 г. на руднике в Б. Штиянице (Словакия)<sup>6</sup>. Опыты проводил Каишпар Вейнди, который применил обычный черный порох. Даже при первом опыте ему удалось новым методом заменить труд 40—50 горняков, работавших вручную. С этого времени взрывные работы постепенно станови-

<sup>3</sup> Заметим, что часто найденные человеком рациональные формы инструментов и эффективные методы ведения работ могут сохраняться и применяться очень длительное время почти без существенных изменений. В этом отношении очень важным представляется следующее указание К. Маркса: «Время от времени происходят изменения, которые вызываются кроме нового материала труда, доставляемого торговлей, постепенным изменением инструмента труда. Но раз соответственная форма инструмента эмпирически найдена, застывает и рабочий инструмент, как это показывает переход его в течение иногда тысячелетия из рук одного поколения в руки другого» (К. М а р к с. Капитал, т. I, стр. 491).

<sup>4</sup> R. P i t t o n i. Prehistoric Copper-mining in Austria. Problems and Facts. «Ann. Rep. of the Inst. of Archaeol.». London, 1950, стр. 16—43.

<sup>5</sup> G. A g r i c o l a. De re metallica, libri XII. Basol, 1556.

<sup>6</sup> В современной литературе есть указание, что порох в подземных условиях впервые был использован в 1613 г. на одном из рудников Фрейберга, но эти сведения не подтверждаются архивными документами, в то время как об опыте в Словакии имеются подробные данные.

ются одним из основных методов разрушения горных пород, применяемым широко и сейчас.

В своем развитии взрывные работы претерпели большие изменения. Эти изменения можно проследить по следующим направлениям: изыскания новых видов взрывчатых веществ, усовершенствование способов взрывания, внедрение эффективных средств бурения шурпов. Рассмотрим основные этапы развития буро-взрывных работ<sup>7</sup>.

В связи с развитием в XIX в. (особенно во второй его половине) военной техники, а также горной промышленности и строительного дела начали изыскивать новые, более мощные взрывчатые вещества — пироксилии и нитроглицерин<sup>8</sup>.

В 1867 г. на Верхне-Успенском прииске в Забайкалье были произведены первые опыты по применению нитроглицерина для взрывных работ. С этого времени новые взрывчатые вещества получили быстрое распространение в горной промышленности. Однако использование их приводило к значительным катастрофам в рудниках и шахтах, наблюдались взрывы угольной пыли или смеси рудничного газа с воздухом. Для изучения причин таких взрывов в ряде стран были созданы специальные комиссии<sup>9</sup>. Было установлено, что при подземных работах возможно применять только специальные взрывчатые вещества, получившие название предохранительных (антигризутных). Дальнейшие работы в этом направлении позволили получить наиболее эффективные и безопасные взрывчатые вещества (аммониты и др.), применяемые сейчас при разработке подземным способом угольных и рудных месторождений<sup>10</sup>.

Безопасность ведения взрывных работ обеспечивалась также усовершенствованием способов взрывания. Применение открытого огня для воспламенения пороховых зарядов приводило к частым катастрофам. В связи с этим в 1830 г. был предложен огнепроводный шнур (или бикфордов шнур), который позволил значительно снизить опасность взрывных работ. Однако только изобретение и внедрение в конце XIX в. электрического взрывания обеспечило безопасность взрывных работ в горном деле<sup>11</sup>.

Как известно, на скорость ведения взрывных работ большое влияние оказывают применяемые средства бурения шурпов. Длительное время бурение шурпов осуществлялось вручную. Первые попытки создания ударных перфораторов (бурильных молотков) относятся еще к началу XIX в. Но и они приводились в движение также вручную. Примерно в это же время начинают конструировать перфораторы, приводимые в движение силой пара или воды. Первые перфораторы были очень громоздкими, и поэтому их могли применять только при проходке горных выработок большого сечения (в основном железнодорожных туннелей). В 50-х годах XIX в. были изобретены пневматические перфораторы, которые после некоторых усовершенствований получили быстрое распространение в горной промышленности.

<sup>7</sup> Применение черного пороха стало наиболее эффективным после того, как нашли подходящий материал для забойки, и тем самым создали максимальное сопротивление в момент взрыва заряда. Такими материалами явились сыпучие вещества, инертные к действию взрыва и обладающие большой твердостью.

<sup>8</sup> Как известно, пироксилии был открыт Х. Шёнейном в 1846 г., а нитроглицерин — А. Собрело в 1847 г. Но практическое применение эти вещества нашли значительно позже, после того как Н. И. Зинин и В. Ф. Петрушевский провели, начиная с 1854 г., ряд опытов по применению нитроглицерина для снаряжения снарядов и мин. В 1867 г. А. Нобель получил патент на производство динамита. Пироксилии начал применяться с 70-х годов XIX в.

<sup>9</sup> В этом отношении большой интерес представляют труды Конгресса прикладной химии (1906 г.).

<sup>10</sup> Стремление повысить безопасность взрывчатых веществ привело в 20—30 годах XX в. к созданию беспламенного взрывания патронов кардокс и гидрокс.

<sup>11</sup> Впервые опыты по применению электрического взрывания мин провел в 1812 г. П. Л. Шиллинг. Но в горном деле этот способ взрывания получил распространение значительно позже — в конце XIX и начале XX в.

Бурильные молотки (как пневматические, так и электрические) получили применение почти во всех странах в конце XIX и особенно в XX в. Этому способствовало не только создание удачных конструкций самих молотков, но и успехи в области электротехники, а также создание мощных работоспособных поршневых компрессоров.

Применение различных бурильных молотков (колонковых, телескопных и др.) для проходки шпуров привело к значительному росту производительности буро-взрывных работ при подземных разработках месторождений полезных ископаемых. В 30-х годах XX в. для колонковых бурильных молотков был изобретен автоподатчик, что позволило перейти к скоростному многозабойному и многоперфораторному бурению<sup>12</sup>. Этому также способствовало применение буровых кареток.

Для бурения шпуров в угольных шахтах наибольшее распространение получили электрические сверла<sup>13</sup>.

Таким образом, буро-взрывные работы явились мощным средством разрушения горных пород, они способствовали значительному росту производительности труда и увеличению добычи полезных ископаемых.

### МЕХАНИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Если в рудной промышленности основным методом разрушения горных пород и сейчас остаются буро-взрывные работы, то при добыче ископаемого угля начиная с 70-х годов XIX в., наряду с использованием взрывчатых веществ, стали внедряться машины (отбойные молотки, врубовые машины, горные комбайны, добычные агрегаты), работа которых основана на принципе отбойки и резания угля.

При разработке крутоопадающих (частично и пологопадающих) пластов угольных месторождений широкое применение получили машины ударного действия — отбойные молотки, исполнительным органом которых является пика, долото или лопата в зависимости от характера выполняемой работы. Отбойные молотки начали внедряться в горной промышленности с конца XIX в. Наибольшее распространение получили, как известно, пневматические отбойные молотки, хотя они и обладают низким к. п. д. (до 5%)<sup>14</sup>. Попытки создания электрических отбойных молотков пока не привели к желаемым результатам. Все конструкции молотков такого типа, предложенные до сих пор, являются неспециальными в работе; кроме того, молотки этого типа сильно нагреваются.

Однако работа на отбойных молотках не обеспечивает комплексной механизации всех процессов очистных работ и является в большой мере ручным процессом.

Более прогрессивным методом выемки угля явилось применение (на пологопадающих пластах) врубовых машин для подрубки пласта с последующей отбойкой угля взрывными работами.

<sup>12</sup> 27 июля 1940 г. забойщик А. И. Семиволос (Криворожский бассейн), перейдя на работу по методу многозабойного бурения, прорубил за смену шпуры в 18 забоях, выполнив норму на 1200%. Больших успехов добились забойщики И. П. Янкин, И. П. Завертайло и др.

<sup>13</sup> В последнее время в СССР стали переходить на применение сверл с принудительной подачей на забой.

<sup>14</sup> В СССР были достигнуты высокие показатели работы на пневматических отбойных молотках. В ночь с 30 на 31 августа 1935 г. забойщик шахты Центральная-Ирмино (Донбасс) А. С. Стаканов вырубил за смену отбойным молотком 102 т угля, выполнив семь обычных для того времени норм выработки забойщика. Этим было положено начало широкому движению новаторов производства за овладение новой техникой и поднятие производительности труда.

Идея механизации зарубки угля возникла еще в конце XVIII в., но первые практические попытки применения таких машин относятся лишь к 50—60-м годам XIX в. Для этих целей были сконструированы легкие врубовые машины ударного действия, которые воспроизводили движение забойщика, работавшего обушком. Однако эти машины, как и предложенные позднее врубовые машины, образующие врубу несколькими рядами спиральных буров, не смогли способствовать развитию механизации угольной промышленности.

В конце 60-х годов XIX в. была сконструирована дисковая врубовая машина с пневматическим двигателем, применяемая для зарубки угля в длинной лаве. Обладая рядом существенных недостатков (машина трудно было удерживать у груди забоя; тонкий и широкий диск быстро зажимался осаждающимися после подрубки углем и т. п.), она не получила широкого распространения.

С 1887 г. вводятся в эксплуатацию штанговые врубовые машины, рабочий орган которых представлял собой вращающуюся штангу с насажденными на нее зубками. Несмотря на то, что эти машины имели недостатки (сложность конструкции привода, большой расход мощности, трудность удержания машины у груди забоя и т. п.), они применялись длительное время во многих странах<sup>15</sup>.

Наибольшее распространение, однако, получили цепные врубовые машины, созданные еще в 70-х годах XIX в., но успешно применяемые лишь с конца XIX — начала XX в. Прогressивность этих машин была подтверждена еще К. Марксом, который в 1881 г. писал: «Есть одна только новость, достойная быть отмеченной. Говорят, что один японец изобрел угледобывающую машину, делающую излишней большую часть теперешней работы углекопов (а именно — самое «врубание» в забоях и копях), оставляя на их долю лишь дробление и нагружку угля в вагонетки. Если это изобретение окажется удачным, как все позволяет думать, оно даст могучий толчок развитию страны японии и сильно поколеблет промышленное превосходство Джона Булля»<sup>16</sup>.

Эта оценка цепных врубовых машин полностью подтвердилась. Они оказались вполне работоспособными и обладали многими существенными преимуществами по сравнению со штанговыми и дисковыми машинами<sup>17</sup>, обеспечивали хорошую устойчивость у забоя и почти полное отсутствие зажатия режущего бара углем. Кроме того, такими машинами можно было получить большую глубину вруба, обеспечить надежный вынос угольной мелочи (штыба) из зарубной щели. Длительное применение цепных машин показало, что они просты и надежны в работе и в них возможно применять как прямые, так и фигурные бары, производящие врубу одновременно в нескольких плоскостях<sup>18</sup>.

Однако врубовые машины механизируют только одну, хотя и наиболее трудоемкую операцию — зарубку пласта угля. Другие, не менее трудоемкие, операции при этом, как правило, выполняются вручную (навалка) или при помощи буро-взрывных работ (отбойка).

Подлинную техническую революцию в добыче угля совершили горные (угольные) комбайны, обеспечивающие механизацию почти всех процессов в лаве (кроме крепления).

<sup>15</sup> Например, в 30-х годах текущего столетия в Донбассе около половины работавших врубовых машин были штанговыми.

<sup>16</sup> К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. XXVII. Изд. 1, стр. 137.

<sup>17</sup> Применение цепных врубовых машин позволило США поднять добычу угля с 42 млн. т в 1870 г. до 517 млн. т в 1913 г., причем в этом году механизация зарубки цепными врубовыми машинами составляла уже 49% от всей добычи по стране. В то же время в Англии, угольная промышленность которой стала развиваться наиболее рано, применялись почти исключительно дисковые врубовые машины, дававшие в 1913 г. всего 7,7% добычи угля. Это было одной из причин, почему Англия в течение 1870—1913 гг. не смогла увеличить добычу по стране больше чем в 2,6 раза.

<sup>18</sup> В настоящее время в СССР созданы и успешно работают на шахтах мощные врубовые машины типа МВ-60, КМП-1 и др.

Зарождение идеи комбинированных машин для разрушения горных пород при очистных работах относится к концу XIX в.<sup>19</sup>. В начале XX в. были высказаны предложения о создании горнопроходческих комбайнов<sup>20</sup>. Однако работоспособные горные комбайны начали изготавливаться только в 30—40-х годах XX в., когда возникли необходимые технические и экономические предпосылки. К этому времени уже был накоплен достаточный практический опыт эксплуатации врубовых машин, на основе которых создавались комбайны и развилось горное машиностроение<sup>21</sup>.

Особенно быстрое внедрение комбайнов в очистных и в подготовительных работах началось после 1945—1948 гг., когда в СССР и других странах были созданы работоспособные машины (комбайны «Донбасс», УКТ, ШВМ, ПК и др.—в СССР; комбайн «Острава» — в Чехословакии; «Глостер—Геттер», «Меко-Мур», «Трепаниер», «Андертон» — в Англии; «Майнер-500», «Коул-Мейстер», «Джой» — в США; «Доско» — в Канаде)<sup>22</sup>.

В последние годы в некоторых странах были проведены промышленные опыты по применению угольных стругов, которые при движении вдоль лавы срезают и отваливают уголь на конвейер. Однако широкого распространения такие машины еще не получили.

Говоря о развитии механических методов разрушения горных пород, следует отметить, что, видимо, в дальнейшем, паряду с усовершенствованием уже имеющихся комбайнов, будут создаваться новые машины. Эти машины должны будут механизировать не только зарубку, отбойку и навалку угля, но и процессы крепления выработанного пространства, т. е. будут создаваться крепежно-добычные агрегаты.

### НОВЫЕ МЕТОДЫ РАЗРУШЕНИЯ ГОРНЫХ ПОРОД

Хотя горные комбайны получают все большее распространение, однако они обладают крупными недостатками, не столько конструктивными, сколько принципиальными. При работе комбайнов рабочие, по-прежнему, вынуждены находиться в призабойном пространстве. Это не устраивает опасности и сложности шахтерского труда. Правда, проводимые сейчас работы по автоматизации и телемеханизации управления комбайнами и другими машинами позволяют несколько устранить этот недостаток. Но полностью данную проблему они не решают. Кроме того, механизация работ в лаве (комбайн, конвейер, механизированная крепь) приводит к большому расходу металла и электроэнергии<sup>23</sup>.

Безусловно, в ближайшее время развитие механизации угольной промышленности будет идти по прежнему пути: создание комплексной механизации на базе применения комбайнов или крепежно-добычных агрегатов. Но, видимо, уже сейчас следует приступить к более интенсивным поискам новых методов разрушения горных пород, которые позволили бы если не совсем, то частично устранить необходимость пребывания рабочих в забое, снизить рас-

<sup>19</sup> Привилегия русского изобретателя А. Калери (1895 г.), патент американца Э. О. Тула (1896 г.).

<sup>20</sup> Привилегии русского изобретателя Ф. А. Полякова-Ковтурова (1907—1908 гг.), патенты Е. С. Моргана (1910 г.) и др.

<sup>21</sup> Большую роль в создании первых работоспособных горных комбайнов сыграли советские изобретатели и инженеры, в том числе и А. И. Бахмутский. 17 августа 1932 г. впервые был добыт уголь комбайном его системы, который полностью механизировал подрубку, отбойку и навалку угля на конвейер.

<sup>22</sup> В ряде конструкций угольных комбайнов были предложены прогрессивные методы разрушения угля (комбайны скальвающего типа, буроскальвающего типа, фрезерного типа и др.).

<sup>23</sup> В среднем на 1000 т добываемого угля подземным способом расходуется от 3 до 6 т металла и 3000—4000 квт·ч электроэнергии. По мере развития механизации эти показатели будут все время возрастать.

ход металла и электроэнергии по добыче угля или других полезных ископаемых, поднять производительность труда рабочего.

Факты из истории техники свидетельствуют о том, что наиболее удачные решения новых проблем обычно бывают связаны не с привычными представлениями, а с принципиально иными идеями, которые изменяют всю технологию производства. И в данном случае, видимо, наилучших результатов можно будет достичь созданием совершеннее новых методов разрушения горных пород.

Правда, уже сейчас имеется ряд новых методов разрушения горных пород, которые либо испытывались, либо были только предложены, но практического опробования еще не прошли. Среди них мы остановимся на применении токов высокой частоты, вибрационных машин, ультразвука, подземной гидромеханизации, подземного выщелачивания и подземной газификации<sup>24</sup>.

Еще в 1932 г. в Голландии было организовано Общество по применению токов высокой частоты в горном деле. Однако успевшо разрешить эту проблему в то время не удалось. Вновь над этим методом начали работать только после второй мировой войны. Большой интерес представляют исследования, проведенные в СССР, в результате которых удалось создать опытную установку, получившую название «Вэчеотбойщик». Эта машина была испытана в 1954 г. на шахте Центральная-Боковая (Донбасс). Дальнейшие работы, видимо, позволят внедрить этот метод в практику разрушения горных пород<sup>25</sup>.

В последнее время стали создаваться специальные вибрационные машины, используемые при выполнении самых разнообразных технологических процессов: уплотнения, сепарации, транспортировки, измельчения материалов и т. п. Вибрационные машины нашли применение также и в горном деле, в основном на открытых работах для бурения горных пород и обрушения грунтов. Дальнейшее внедрение и разработка машин, основанных на этом принципе, позволят проверить возможность применения их и для разрушения горных пород в подземных условиях.

После второй мировой войны были сделаны попытки использовать для разрушения горных пород эффект вибрации в виде ультразвуковых колебаний<sup>26</sup>. Однако в настоящее время еще не созданы машины, использующие для этого ультразвук.

Особый интерес представляют предложения о непосредственном использовании электрического тока для разрушения горных пород. Так, А. А. Агароскин и Э. А. Meerovich 24 октября 1947 г. получили авторское свидетельство (№ 71996) на «Способ раскалывания полезного ископаемого». Они предложили прикладывать к горной породе или закладывать в нее электроды, между которыми создавать электрический импульс высокого напряжения. В результате горная порода должна разрушаться, что облегчает добычу полезного ископаемого.

Следует указать, что за последнее время высказывались разнообразные идеи в области создания наиболее эффективных методов разрушения горных пород. Например, предлагается применять струю воды высокого давления (до 1000 atm), использовать две специальные нейтральные жидкости, при соединении которых возможен взрыв, и т. п. Однако все эти методы еще находятся в стадии создания или эксперимента.

<sup>24</sup> Последние два метода нельзя полностью отнести к методам разрушения горных пород, но мы о них говорим здесь лишь потому, что они заменяют необходимость вообще разрушать горные породы.

<sup>25</sup> Отметим, что данный метод основан на нагревании горной породы. Но нагревание осуществляется не огнем костра, как в огневом методе, а токами высокой частоты.

<sup>26</sup> См. авторское свидетельство К. Н. Генсаровского «Способ разрушения горных пород», заявленное 28 января 1947 г., № 72026.

Наиболее прогрессивным новым методом, получившим уже практическую проверку, является метод подземной гидромеханизации. Хотя гидромеханизация на открытых горных работах применялась уже на протяжении длительного времени, в подземных условиях этот метод начал использоваться только с 1935 г., когда, по предложению инженера В. С. Мучника он был проверен на шахте Кизеловского угольного бассейна. В 1938 г. были начаты работы по подготовке к эксплуатации первой опытной гидрошахты в Донбассе. Однако война прервала опыты, которые были возобновлены в Кузбассе уже после ее окончания.

Промышленное внедрение подземной гидромеханизации пока ограничено работой гидрошахт «Полысаевская-Северная» треста Ленинуголь и комплекса гидродобычи на шахте «Тырганские уклоны» треста Прокопьевскоголь комбината Кузбассуголь.

Сущность этого метода заключается в следующем. Мощная струя воды под давлением 15—35 атм направляется гидромониторами на забой и производит отбойку угля. Образующаяся смесь воды и угля (пульпа) стекает на промежуточный или откаточный штрек, в котором уложены металлические желоба. Для облегчения транспортировки пульпы без напора шгреки проходят с уклоном в 3—5°. Затем уголь с водой поступает в концентрационную установку, откуда углесосами подается к стволу шахты. Подъем на поверхность осуществляется или гидроэлеваторами или углесосами по трубам. В специальных отстойниках уголь обезвоживается, а вода вновь используется в производственном процессе. Как видим, при данном методе вода не только разрушает уголь (производит отбойку), но и транспортирует его к шахтному стволу. При этом методе происходит также и частичное обогащение угля.

Промышленные опыты показали, что подземная гидромеханизация является прогрессивным методом разрушения угля, который найдет широкое применение в угольной промышленности СССР<sup>27</sup>. Директивами XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства нашей страны предусматривается внедрение этого метода подземной добычи угля в значительных размерах<sup>28</sup>.

Однако следует отметить, что подземная гидромеханизация имеет существенные недостатки: трудности управления кровлей в забое, большое обводнение шахты, что приводит к тяжелым условиям работы шахтеров, и др. Дальнейшее промышленное внедрение данного метода и научные изыскания в этой области позволят устранить недостатки и создать эффективный технологический комплекс подземной гидродобычи в самых разнообразных горно-геологических условиях...

Одной из интересных проблем горного дела является подземное выщелачивание руд, т. е. извлечение их посредством жидкости (например, воды), в которой растворяются составные части твердых тел. Известно, что рудные воды часто содержат медь, легко извлекаемую способом цементации или электролизом. Это обстоятельство послужило толчком к разработке метода искусственного орошения оставлений под землей бедных колчеданных или порфировых руд. Из полученных таким образом растворов возможно извлекать медь без особенно больших затрат.

Перед второй мировой войной в СССР разрабатывались новые методы подземного выщелачивания с предварительной искусственной аэрацией,

<sup>27</sup> Этот метод начинает испытываться и в других странах, например, в Польской Народной Республике.

<sup>28</sup> В. С. Мучник в докладе «Опыт подземной добычи угля гидравлическим способом и пути его совершенствования», сделанном на Советско-Польском совещании по обмену опытом в угольной промышленности в области механизации добычи угля и организации труда в шахтах, происходившем в Москве в конце апреля 1956 г., отметил, что производительность труда на гидрошахтах увеличивается в 4—5 раз, а себестоимость угля снижается в 2 раза и приближается к себестоимости угля при открытых работах.

а также с применением предварительной газификации (сульфатизирующим обжигом)<sup>29</sup>.

Способом подземного выщелачивания можно извлекать из недр не только медь, но и другие полезные ископаемые. Он в значительной мере может устранить необходимость в разрушении горных пород, что особенно важно при разработке бедных руд, когда приходится добывать и выдавать на поверхность большое количество пустой породы.

Наконец, следует сказать несколько слов о подземной газификации углей<sup>30</sup>. Еще в 1913 г. В. И. Ленин в статье «Одна из великих побед техники» высоко оценил этот метод разработки угольных месторождений. Одновременно он указал, что реализация идеи подземной газификации в условиях капитализма ведет к массовой безработице, к нищете, с одной стороны, и увеличению прибыли миллионеров-капиталистов — с другой. Только при социализме, писал В. И. Ленин, применение этого способа позволило облегчить труд миллионов шахтеров<sup>31</sup>.

Действительно, только в СССР подземная газификация получила практическое применение<sup>32</sup>. В нашей стране были разработаны интересные проекты бесшахтного способа подземной газификации, которые полностью ликвидируют необходимость работы шахтеров под землей.

Итак, этот краткий очерк показывает, что методы разрушения горных пород прошли длинный путь развития от применения примитивных горных ручных орудий труда до комплексной механизации, при которой все операции в забое выполняются машинами и механизмами. Дальнейшие поиски эффективных методов разрушения горных пород позволяют еще больше поднять производительность труда и снизить себестоимость, а также обеспечить безопасность для работы шахтеров. Больше того, можно с уверенностью сказать, что дальнейшие изыскания новых методов разрушения горных пород приведут, в конце концов, вообще к устраниению необходимости работы человека под землей.

<sup>29</sup> Перед войной был разработан интересный проект интенсификации процессов подземного выщелачивания на Кедабекском руднике в Азербайджанской ССР (см. А. А. З в оры и и. Новые способы разработки руд цветных и благородных металлов. «Цветная металлургия», 1941, № 13, стр. 5—9).

<sup>30</sup> Идея подземной газификации углей была высказана еще в 1888 г. Д. И. Менделеевым. В 1912 г. английский ученый В. Рамсей разработал проект такого метода, но на практике его применить не смог.

<sup>31</sup> В. И. Ленин. Соч., т. 19, стр. 41—42.

<sup>32</sup> Уже в 1935—1936 гг. была построена Горловская станция подземной газификации (Донбасс), где проводились сначала опытные работы, а в течение 1937—1941 гг. осуществлялась полупромышленная работа.

И. А. ФЕДОСЕЕВ  
К ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОПЕРЕЧНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ  
В РЕКАХ

Извилистость (меандричество) рек, по общеизвестному мнению, считается формой, наиболее отвечающей их естественному состоянию. В зависимости от очертания реки в плане на различных ее участках возникают различные гидродинамические условия, своеобразные кинематические картины потока и специфические особенности взаимодействия между потоком и ложем. В некоторых случаях в качестве характерной черты кинематики потока возникает поперечная циркуляция.

В настоящей статье мы кратко остановимся на истории развития представлений о поперечной циркуляции на изогнутых и на прямых участках.

### О ПОПЕРЕЧНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ НА ИЗГИБЕ ПОТОКА

Для большинства гидрологов и гидротехников, по-видимому, представляется бесспорным положение, что на изгибе русла вправо возникают круговые поперечные течения по часовой стрелке, а на изгибе влево — против часовой стрелки. Имеются, однако, сторонники и другого мнения. Так, некоторые зарубежные авторы полагают, что в широких реках с большим значением отношения ширины к глубине поперечная циркуляция не возникает.

Лучшим ответом на вопрос о наличии или отсутствии поперечной циркуляции в реках при различных соотношениях важнейших элементов потока явились бы измерения в натуре. Но таких измерений проведено очень мало.

В литературе можно встретить ссылку на наблюдения за естественной поперечной циркуляцией, проведенные всего на трех реках. В 1936—1937 гг. Волгострой проводил исследования в створе шириной 500 м и глубиной до 15 м. Другим объектом явилась река Юля-Йоки на Карельском перешейке, где в 1946 г. работниками Государственного гидрологического института (ГГИ) были проведены исследования при следующих условиях: расход воды (межениний) от 0,3 до 0,5 м<sup>3</sup>/сек, скорость до 1 м/сек, ширина до 5 м, глубина — 0,15—0,17 м.

Эксперимент на Юля-Йоки, описанный в трудах Государственного гидрологического института (ГГИ), свидетельствует о наличии поперечной циркуляции на изгибе.

Наконец, в последние годы Институтом гидрологии и гидротехники АН УССР проведены исследования на реке с расходом воды 185 м<sup>3</sup>/сек, шириной 160 м, средней глубиной 3 м. Приведенные в статье, освещавшей эти исследования, эпюры скоростей показывают наличие поперечной циркуляции с охватом всего сечения.

Если вспомнить еще замечательные работы по измерению струй, проведенные в свое время Н. С. Лелявским (1853—1905), то все равно придется признать, что результаты наблюдений в натуре пока еще не дают оснований для определенных заключений о поперечной циркуляции в реках.

Вопрос о движении воды на повороте реки впервые теоретически исследовал в 1868 г. известный французский гидравлик Ж. Буссийеск. Его объяснение причины поперечной циркуляции кратко сводится к тому, что образующиеся на дне потока вихревые нити при отсутствии вертикальных вихрей (т. е. вследствие потенциальности вращения жидкости) двигаются по выпуклой стенке быстрее, чем по вогнутой. Горизонтальные вихри в результате перекашивания сообщают частицам жидкости у дна некоторую скорость по направлению к выпуклому берегу, а частицам вблизи поверхности — скорость по направлению к вогнутому берегу.

В те же годы явление поперечной циркуляции на изгибе в естественных условиях наблюдал французский гидротехник Г. Жирардон. В работе французского инженера М. П. Дюбуа «Изучение состояния Роны и влияние течения на песчаное дно, размывающееся на неопределенную глубину» (1879) поперечная циркуляция рассматривается как результат действия центробежной силы и торможения потока ложем, т. е. уменьшения скорости от поверхности к дну.

Дюбуа выводит формулу, выражющую высоту подъема воды у выпуклого берега:

$$Z = \frac{\omega i}{gRb},$$

где  $\omega$  — площадь живого сечения;  $i$  — уклон;  $g$  — ускорение силы тяжести;  $R$  — радиус кривизны  $b = \frac{1}{C^2}$  ( $C$  — коэффициент Шези).

Отмечая, что эта формула выведена в предположении, что все струи «одушевлены одною и тою же среднею скоростью», он пишет далее: «Но известно, что допущение это несправедливо. Ибо скорости на поверхности всегда больше скоростей при дне... Верхние струи, более быстрые, производя большее давление, должны оттеснить следующий слой воды, приближая его к вогнутому берегу, между тем как нижние струи, обладающие меньшою скоростью и производящие давление меньшее среднего, должны в свою очередь быть оттеснены струями следующего слоя воды.

Вследствие этого на поверхности получится течение, направленное к вогнутому берегу; на дне же, наоборот, течение, направляющееся к выпуклому берегу, и наносы, влекомые по дну русла, будут принуждены участвовать в этом последнем движении. Это соображение весьма важно для объяснения углублений, наблюдавшихся при вогнутом береге»<sup>1</sup>.

Таким образом, по Дюбуа, профиль живого сечения и поперечные токи на изгибе русла представляются согласно рис. 1.

Мы видим, что объяснение поперечной циркуляции на изгибе, которое дается в современных курсах гидрологии, вполне отчетливо представлено в цитируемой работе М. П. Дюбуа.

Крупным шагом в познании характера внутренних течений в реках явились исследования выдающегося русского гидротехника конца XIX в. Н. С. Лелявского.

Применяя сначала поверхностные поплавки, а затем, с 1893 г., изобретенный им «измеритель речных струй», или «подводный флюгер», Лелявский провел на Днепре цательные измерения направлений течений. На основании

<sup>1</sup> М. П. Дюбуа. Изучение состояния Роны и влияние течения на песчаное дно, размывающееся на неопределенную глубину. «Труды Второго съезда инженеров-гидротехников в 1893 г.». СПб., 1893, стр. 538.

результатов этих измерений он в работе «О речных течениях и формировании речного русла» дал следующую схему течений в реках: «...вода, стекающая к фарватеру и к вогнутым берегам, не имея возможности другого выхода, приподнимается несколько кверху и, образуя поперечный уклон от фарватера и вогнутости к выпуклым берегам, дает начало своим давлением на подводные слои к течению их по дну в обратном, косвенном направлении к берегам»<sup>2</sup>. Эта формулировка как будто охватывает как изогнутые, так и прямые участки русла. Однако, говоря о поперечных течениях кругового вида, Н. С. Лелявский имел в виду главным образом изгиб потока.

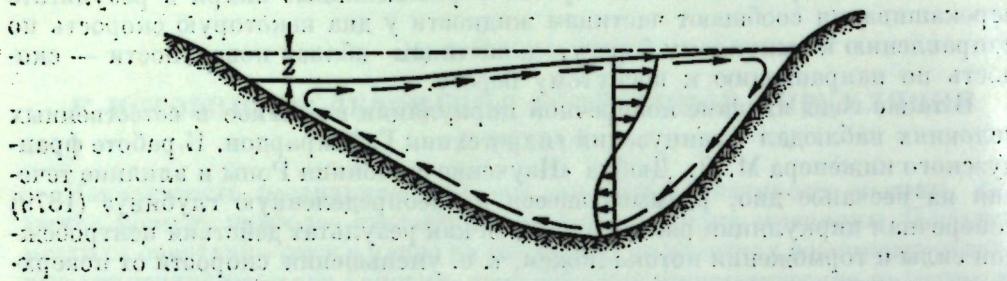


Рис. 1. Профиль живого сечения и поперечные токи на изгибе русла.

Но в чем видел Лелявский причину этих течений? По этому поводу он говорит следующее: «Сравнительно быстрое фарватерное течение, втягивающее в себя воду со всего русла, и составляет причину уклонения поверхности течения к фарватеру или к вогнутому берегу, близ которого оно расположено; причем струи достигают самого вогнутого берега вследствие инерции и отчасти, может быть, вследствие проявляющейся здесь центробежной силы»<sup>3</sup>. При этом Лелявский делает попытку объяснить, почему более быстрое фарватерное течение втягивает в себя воду со всей поверхности потока, иллюстрируя свое объяснение наглядной схемой, не прибегая к гидродинамическому анализу. Следует сказать, что если в работе 1893 г. он хотя бы отчасти учитывает влияние на поток центробежной силы, то позднее центробежную силу к объяснению поперечных течений на изгибе он уже не привлекает. Ему казалось, что если допустить участие в образовании поперечных течений центробежной силы, то необходимо будет признать параллельность течения вогнутому берегу, между тем отрицание параллелизма струй как раз и было исходным пунктом его теории.

По мнению Н. С. Лелявского, сбоечное верховое течение направляется к вогнутому берегу не в результате действия центробежной силы, а вследствие того, что вогнутый берег, постепенно поворачиваясь в сторону русла, встречает фарватерное течение, которое, отклоняясь от берега, пересекает вновь подходящие струи и, претерпевая от них гидродинамическое давление, опускается вниз, устремляясь на размытый речного дна.

Таким образом, заслуга Н. С. Лелявского состоит в том, что он впервые подошел к изучению речных течений, опираясь на многочисленные измерения, проведенные в натуральных условиях, а также и в том, что на основе этих измерений он выявил картину поперечных течений и их действие на движение ложе на прямых и на изогнутых участках русла. Однако он не дал гидродинамического объяснения поперечной циркуляции. Объяснение же ее втягиванием быстрым фарватерным течением воды со всего русла не вскрывает сущно-

сти явления, а отрицание Лелявским действия на поток центробежной силы является, конечно, ошибочным.

Теоретический анализ поперечной циркуляции, как мы уже отмечали, был дан Ж. Буссинеском. Объяснение Буссинеска было развито в 1914 г. Н. Е. Жуковским в его работе «О движении воды на повороте реки»<sup>4</sup>.

Распределение скоростей по глубине Н. Е. Жуковский принимает по параболе второго порядка:

$$u = \frac{A}{r} \left(1 - \frac{z^2}{h^2}\right)$$

(при ориентировке осей согласно рис. 3).

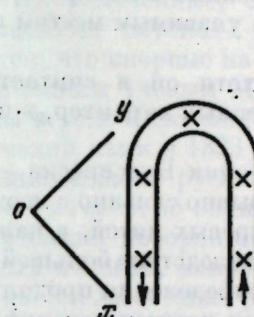


Рис. 2. Движение поплавка в опыте А. Я. Миловича.

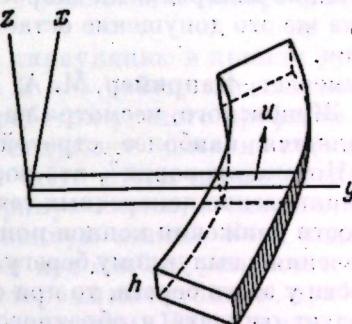


Рис. 3.

Предполагая движение установившимся и имеющим только продольную компоненту скорости, он из анализа уравнений движения находит особую инерционную силу в потоке

$$\rho u \eta = -\frac{2A^2 \rho z}{r^2 h^2} \left(1 - \frac{z^2}{h^2}\right),$$

направленную вверх по оси z. Эта сила получила название вихревой подъемной силы.

Для уравновешивания потока необходимо, чтобы эта сила погашалась другой, противоположной направлением силой.

При отсутствии внешнего воздействия на поток такой силой может быть только сила вязкости, для возникновения которой необходимо, чтобы в потоке происходило вертикальное и сопутствующее ему, согласно закону неразрывности, горизонтальное перемещение жидкости, т. е. наблюдалась совсем иная картина, чем та, которая была предположена в начале анализа.

Таким образом, Н. Е. Жуковский, исходя из предположения, что распределение скоростей по ширине потока следует закону площадей, из уравнений движения получает особую инерционную силу, которую и считает причиной поперечной циркуляции.

Но все же законченной картины течений на изгибе анализ Н. Е. Жуковского не дает. Считая, что для выяснения этой картины необходимы измерения

<sup>4</sup> Как раз к тому времени А. Я. Милович опыты, поставленными в 1912 г. в Допском политехническом институте, показал возможность потенциального движения жидкости на изгибе прямоугольного лотка с горизонтальным дном. В его опытах круглый поплавок с крестиком на нем крестом (рис. 2) двигался на повороте без вращения вокруг вертикальной оси, а это значит, что компонента вихря в направлении этой оси была равна нулю:  $\zeta = \frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} = 0$ . Но теоретически этот вывод может вытекать лишь из условия распределения продольных скоростей по ширине согласно закону площадей:  $ru = \text{const}$ . Именно этот закон и был принят в анализе Буссинеска и Жуковского.

<sup>2</sup> Н. С. Лелявский. О речных течениях и формировании речного русла. «Труды Второго съезда инженеров-гидротехников» в. 1893 г. СПб., 1893, стр. 32.

<sup>3</sup> Там же, стр. 34.

в натуре, Н. Е. Жуковский пишет: «Я думаю, что вместе с наблюдением скорости по направлению, перисидулярному живому сечению, было бы весьма важно определять скорость в живом сечении рек, потому что тогда имелись бы данные для установления правильной теории изменения фарватера реки — для решения задачи, столь важной в практическом отношении»<sup>5</sup>. Заметим, что это пожелание Н. Е. Жуковского как нельзя лучше подчеркивает важность того подхода к изучению течений, который уже за 20 лет до того применил Н. С. Леляевский.

Вопрос о правомерности основного допущения теории Буссинеска — Жуковского — допущения потенциала скоростей в изогнутом потоке — может быть выяснен только измерениями скоростей в естественных и лабораторных условиях. Пока же это допущение остается наиболее уязвимым местом приведенной теории.

Это отмечает, например, М. А. Великанов, хотя он и считает, что теория Н. Е. Жуковского, несмотря на ее незаконченный характер, в настоящее время является наиболее строгой<sup>6</sup>.

М. В. Потапов говорит<sup>7</sup>, что поскольку в теории Буссинеска — Жуковского возникновение поперечных течений неразрывно связано с неодинакостью скорости движения концов поперечных вихревых нитей, а направление донного течения к выпуклому берегу происходит вследствие большей продольной скорости у этого берега, то при обратном распределении продольной скорости следует ожидать и обратного направления донных течений. Но нам известно, что именно обратное распределение продольных скоростей по ширине как раз и характерно для естественных изогнутых потоков, в которых наибольшая скорость находится не у выпуклого мелкого берега, а у вогнутого глубокого берега. Кроме того, можно сослаться на опыты М. А. Дементьева с движением воздуха на закруглении трубы, проведенные в 1930 г. в Ленинградском политехническом институте. Этими опытами установлено, что «на закруглении можно ожидать любого распределения скоростей по ширине потока, в частности, повышения скоростей у внешней стенки»<sup>8</sup>.

Заканчивая изложение истории вопроса о поперечной циркуляции на изгибе потока, ответим на вопрос: каков же современный взгляд на причины и характер поперечных течений на повороте русла?

М. А. Великанов считает, что причинами, вызывающими поперечную циркуляцию, являются вихревая подъемная и центробежная силы, причем «при большой кривизне преобладает действие вихревой подъемной силы, а при меньших кривизнах на первом месте стоит центробежная сила»<sup>9</sup>. Другие же авторы поперечную циркуляцию объясняют лишь действием центробежной силы.

Что же касается взглядов на характер циркуляционных течений, то едва ли можно что-либо добавить к тому, что в 1944 г. писал по этому поводу М. В. Потапов: «Имеется большое число теоретических и экспериментальных работ, посвященных движению жидкости в изогнутом русле, но даже и в этом вопросе мы не имеем общеизвестных и проверенных решений»<sup>10</sup>.

Наконец, мы приведем еще мнение В. Н. Гончарова, который, указывая на большую сложность механизма изгиба потока, считает невозможным строго теоретическое исследование движения потока на изгибе<sup>11</sup>.

<sup>5</sup> «Труды ЦАГИ», вып. 95, 1931, стр. 73.

<sup>6</sup> М. А. Великанов. Динамика русловых потоков, т. II, М., 1955.

<sup>7</sup> М. В. Потапов. К вопросу о движении жидкости на повороте русла. Сочинения, т. II, М., 1951, стр. 321.

<sup>8</sup> М. А. Дементьев. О движении жидкости в местах поворота русла. «Изв. Научно-мелиорационного ин-та», вып. XXII, Л., 1930, стр. 367.

<sup>9</sup> М. А. Великанов. Динамика русловых потоков, т. II, М., 1955, стр. 196.

<sup>10</sup> М. В. Потапов. Сочинения, т. II, М., 1951, стр. 514.

<sup>11</sup> В. Н. Гончаров. Основы динамики русловых потоков. Л., 1954.

### О ПОПЕРЕЧНОЙ ЦИРКУЛЯЦИИ В ПРЯМОЛИНЕЙНОМ ПОТОКЕ

В начале статьи мы говорили, что меандричество рек должна быть признана формой, лучшим образом отвечающей их естественному состоянию. Но можно ли думать, что эта форма вырабатывается лишь в результате действия случайных причин, или, наоборот, иправильнее считать, что она возникает как следствие закономерных гидродинамических явлений, с неизбежностью превращающих всякий прямолинейный поток, имеющий размыкаемое ложе, в извилистый? Естественно, что при такой постановке вопроса о происхождении меандричности рек появляется необходимость выяснить, существуют ли упорядоченные, закономерно возникающие поперечные течения в прямолинейных потоках?

Считается, что впервые на поперечную циркуляцию в прямом русле было указано немецким ученым М. Меллером. В его работе «Исследование движения воды в реке и связанный с ним выработки речного профиля» (переведена на русский язык в 1893 г.) имеется следующее описание картины течения в прямолинейном русле: «В прямой части русла каждая волна несет представляет из себя, по-видимому,... не прямую линию, а спираль, горизонтальная проекция которой образует змеевидную линию. Вода поднимается по береговым откосам, направляется затем под слабым уклоном к середине реки, опускается здесь вниз, расходится в стороны на глубине и, приближаясь опять к откосам, возобновляет круговые движения. Правильная река, согласно этому взглянию, представляет собой две врачающиеся вокруг своей продольной оси струи»<sup>12</sup>. Поперечное движение жидкости Меллер объясняет тем, что в фарватерной части у поверхности происходит накопление водной массы, которая может уравновеситься лишь исходящим движением воды. Накопление же воды на середине потока Меллер принимает как факт, выводя его из того явления, что лед и другие плавающие тела направляются к фарватеру и из него не выходят, т. е. объясняя его втягиванием в себя быстрым фарватерным течением струй со всего русла, о чем мы уже говорили, разбирая взгляды Н. С. Леляевского.

Как уже отмечалось, весьма обстоятельные измерения направлений речных струй по всей толще потока были проведены Н. С. Леляевским. Но, хотя нередко можно встретить в литературе указания (М. В. Потапов, А. И. Лосиевский и др.), будто Н. С. Леляевский также считал, что в прямолинейном потоке существует течение в виде двух витков, прямого утверждения такого рода у Леляевского нет.

Впервые детальные лабораторные исследования течений в прямолинейном потоке были проведены в 30-х годах XX в. А. И. Лосиевским. При этом им были установлены следующие четыре типа циркуляционных течений (рис. 4): I тип — течения, расходящиеся по дну от середины к берегам и дающие двойную замкнутую циркуляцию; II тип — течения, сходящиеся по дну к середине от берегов и дающие двойную замкнутую циркуляцию; III тип — течения, направляющиеся по дну от глубокого берега к мелкому и имеющие одинарную замкнутую циркуляцию; IV тип — смешанные течения, являющиеся переходными к одному из первых трех основных типов.

Относительно течений I и II типов А. И. Лосиевский говорит, что течения I типа наблюдались им при межении горизонте воды, а течения II типа можно «расчитывать найти в аналогичных участках только во время высокого стояния горизонта воды»<sup>13</sup>, поскольку для существования течений II типа необходимо наличие достаточных скоростей и глубин у береговых стенок потока.

<sup>12</sup> «Труды Второго съезда инженеров-гидротехников в 1893 г.». СПб., 1893, стр. 502.

<sup>13</sup> «Труды ЦНИИВТ», вып. 86, 1934, стр. 47.

Ответа на вопрос о силах, вызывающих поперечные течения, А. И. Лосиевский не дает, ограничиваясь указанием на резкую несимметричность потока, так как в нем «только придонная и береговая области полностью участвуют в преодолении сопротивлений, а противодействующая им поверхность потока остается почти неработающей»<sup>14</sup>.

Эту несимметричность он и считает основной причиной возникновения поперечных течений.

Хотя поперечные циркуляции в опытах А. И. Лосиевского были ясно наблюдаемы, многие полагают, что они явились следствием некоторых условий самого опыта, в частности слишком незначительной длины лотка (всего 2,4 м), ввиду чего на потоке могли отразиться особенности входа в лоток. Так,

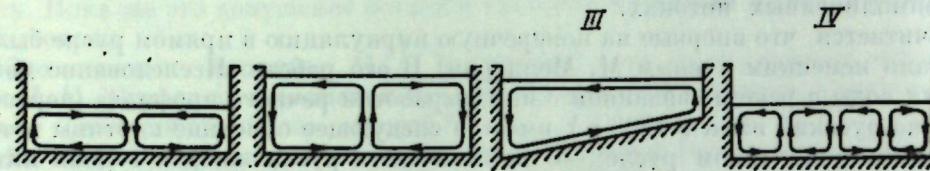


Рис. 4. Типы циркуляционных течений (по А. И. Лосиевскому).

М. В. Потапов писал: «Опыты А. И. Лосиевского... могут и должны быть объяснены специфическими условиями входа потока на опытный лоток (изгиб в вертикальной плоскости)»<sup>15</sup>.

Для выяснения поперечных течений в прямолинейном потоке в 1947 г. под руководством М. А. Великанова были проведены опыты уже в достаточно длинном лотке (15 м). В результате «...было совершение явственно обнаружено, что именно в боковых частях лотка, в области, близкой к пересечению дна с боковыми стенками, имели место водовороты с каждой стороны лотка»<sup>16</sup>.

Но водовороты, конечно, не есть циркуляция того вида, какая была замечена в опытах А. И. Лосиевского. В «Гидрологии суши» (1948) М. А. Великанов делает также попытку теоретического обоснования поперечной циркуляции в прямолинейном потоке, хотя и подчеркивает, что знать, в каком направлении она может происходить, мы не можем, так как симметричность потока относительно вертикальной оси не допускает какой-либо однозначности. М. А. Великанов находит, что отказ от потенциальности движения жидкости вблизи стенок приводит к выводу, что здесь должна возникать вихревая подъемная сила, независимая от радиуса закругления, которая и является причиной поперечной циркуляции. То же самое он утверждает и в «Динамике русловых потоков», изданной в 1954—1955 гг., не соглашаясь, следовательно, с высказываниями К. И. Россинского, который подверг критике его рассуждение о вихревой подъемной силе в прямолинейном потоке.

К. И. Россинский считает, что в равномерном прямолинейном потоке вихревая подъемная сила не возникает. Свой взгляд на поперечную циркуляцию в прямолинейном потоке он выражает так: «С точки зрения формирования речных русел нет никакой необходимости прибегать к гипотезам, допускающим возникновение циркуляционных течений, гидромеханические причины которых не поддаются истолкованию. Наблюдаемые в природе процессы руслообразования удовлетворительно объясняются формами течения, причины которых известны современной науке»<sup>17</sup>.

<sup>14</sup> Там же, стр. 17.

<sup>15</sup> М. В. Потапов. Сочинения, т. II, М., 1951, стр. 501.

<sup>16</sup> М. А. Великанов. Гидрология суши. Изд. 4. Л., 1948, стр. 327.

<sup>17</sup> С. Н. Крицкий и М. Ф. Менкель. Гидрологические основы речной гидротехники. М., 1950, стр. 46.

По мнению В. Н. Гончарова, только опыт может решить вопрос о вторичных течениях в прямолинейном потоке. Он говорит, что, возможно, придется вернуться к некоторым принципиальным соображениям, заложенным в идеи флюгера Н. С. Лелянского.

В. М. Маккавеев отмечает, что для появления установившихся поперечных течений необходимо существование активного момента внешних сил. Поскольку же внешних сил, действующих на поток, в опытах А. И. Лосиевского и других экспериментаторов не было, то он приходит к заключению, что «обнаруженные некоторыми русскими и иностранными исследователями поперечные течения в правильных призматических руслах должны быть отнесены за счет специфических условий и, возможно, несовершенства измерений»<sup>18</sup>.

Но все же большое значение результатов опытов А. И. Лосиевского несомненно. Хотя причины циркуляций в этих опытах остались невыясненными, их безусловная ценность состоит в том, что ими установлены возможные типы поперечных циркуляций, соответствующие различным гидравлическим условиям.

Справивается, не возникают ли динамические условия, необходимые для появления циркуляционных течений, в случае значительного изменения расхода воды, например, во время подъема и спада половодья?

Ф. Форхгеймер отмечает, что еще итальянский гидравлик Д. Гульельмини (1655—1710) заметил, что при поднимающейся воде в реке образуется выпуклость зеркала, которая иногда может стать заметной.

Известный французский естествоиспытатель Ж. Бюффон (1708—1788) также обратил внимание на то, что поверхность воды не представляет горизонтальной плоскости.

Французский географ Э. Реклю объясняет это явление следующим образом: «Благодаря большой скорости, свойственной волне разлива, жидккая масса, увлекаемая этой волной, стоит значительно выше над средним уровнем реки; она образует род покатости или свода, с высоты которого вода сбегает легкими волнами к берегам. Зато, когда волна разлива исчезает, посередине реки образуется, наоборот, значительная впадина, и вода, постепенно паконившаяся у берегов, чтобы восстановить речной уровень, должна вновь отхлынуть к оси течения»<sup>19</sup>.

Во время половодья, говорит Реклю, образуется как бы «река посреди реки», благодаря чему новые массы воды быстрее распределяются по длине реки, что уменьшает опасность грозных наводнений.

Форхгеймер называет ряд исследователей, определявших на разных реках величину подъема воды в фарватере, причем были отмечены случаи, когда выпуклость доходила до 2,4 м (например, на р.盧аре).

Реклю отмечает, что самый наглядный пример образования выпуклости на водной массе в центральной части течения можно видеть на больших реках России. Он ссылается на К. М. Бэра, который наблюдал на Волге у Астрахани выпуклость величиной до 1 м.

Американский писатель Марш, автор переведенной у нас в 1866 г. книги «Человек и природа», указывает, что почти все естествоиспытатели, занимавшиеся вопросами гидравлики, отмечают повышение уровня в центральной части реки. Но в такое утверждение лесопромышленники вносят поправку. «Они говорят, — пишет Марш, — что, когда вода в реке поднимается, то в середине русла она выше, и стремится выбросить на берег плавущие на ней предметы, но когда вода спадает, то в середине русла она ниже, и тогда плавущие на ней предметы стягиваются к середине»<sup>20</sup>.

<sup>18</sup> «Труды ГГИ», вып. 2 (56), Л., 1947, стр. 116.

<sup>19</sup> Э. Реклю. Земля. Вып. 5. Реки. М., 1914, стр. 88.

<sup>20</sup> Г. Марш. Человек и природа. СПб., 1866, стр. 290.

Форхгеймер полагает, что величина вогнутости при спаде половодья никогда не достигает величины выпуклости. Он объясняет это тем, что паводок спадает гораздо медленнее, чем нарастает.

Итак, ученые и инженеры давно заметили образование выпуклости в профиле поперечного сечения реки во время подъема половодья и вогнутости во время его спада — обстоятельство, которое, как отмечают многие авторы, используется при сплаве леса.

Заметив указанное явление, исследователи стремились объяснить его, т. е. установить причины, вызывающие негоризонтальность водной линии поперечного сечения в прямолинейном потоке.

Видный русский гидротехник Д. Д. Неслов, излагая мнение ряда авторов и имея в виду прежде всего высказывания Л. Дюбуа, пишет:

«Вследствие большой скорости, свойственной волне разлива, жидккая масса, которую она увлекает за собой, уменьшает давление воды в середине реки, и, чтобы сохранить равновесие, вода от берегов устремляется к середине реки и возвышает ее уровень против уровня у берегов, образуя на поперечной поверхности воды в реке нечто вроде двухскатного отлогого водяного хребта»<sup>21</sup>.

Здесь, как мы видим, не только дается описание явления, но и делается попытка его гидродинамического объяснения, которое сводится к тому, что выпуклость возникает вследствие необходимости скопления воды на середине реки для возмещения убыли давления в средней части потока, возникающей в результате значительного увеличения в этом месте скорости течения.

Полагают, что Дюбуа вывел это объяснение из уравнения Бернулли.

Однако, очевидно, что величина выпуклости, объясняемая по Дюбуа, не может быть значительной. Пусть, например, скорость вблизи берега  $u_1$  будет равна 1 м/сек, а в фарватере  $u_2 = 2$  м/сек. Тогда выпуклость на середине, соответствующая такой довольно большой разности скоростей, составит всего около 15 см:

$$\frac{u_2^2 - u_1^2}{2g} = \frac{3}{19,6} \approx 0,15 \text{ м},$$

что далеко не соответствует тем величинам, которые наблюдались некоторыми исследователями.

Заметим также, что это объяснение нельзя приложить к явлению вогнутости, с которым не считались гидравлики, но на которое указывали им те, кто использовал реки для сплава леса.

Не все гидравлики признавали правильность объяснения выпуклости, данного Л. Дюбуа, ставя вместе с тем под сомнение и само явление как противоречащее гидростатическому закону распределения давлений в потоке. Тем не менее, именно такое объяснение причины искривления водной поверхности при подъеме и спаде половодья мы встречаем у некоторых современных авторов. Так, С. А. Советов в «Общей гидрологии» (1935) указывает, что «во время высоких вод скорость в средней части реки увеличивается быстрее, чем у берегов. Гидростатическое давление на нижележащие слои благодаря этому в средней части уменьшается, и здесь появляется вздутие реки. При спаде вод происходит вогнутость уровня»<sup>22</sup>. То же самое мнение по этому вопросу мы находим в учебнике Е. В. Близиника и В. М. Никольского «Гидрология и водные исследования» (1946).

Другие авторы, касаясь явления выпуклости, избегают гидродинамического объяснения его. Например, Ф. Форхгеймер просто говорит, что «волна паводка имеет тенденцию продвигаться быстрее там, где скорость тече-

<sup>21</sup> Д. Д. Неслов. Устройство плотин., ч. 1. СПб., 1884, стр. 200.

<sup>22</sup> С. А. Советов. Общая гидрология. Л.—М., 1935, стр. 135.

чения большую, иными словами, забегать в фарватер»<sup>23</sup>. Этим объяснением, очевидно, не добавляется ничего нового к тому, что говорил о стремлении воды к фарватеру Н. С. Лелянский.

Не останавливаясь на высказываниях других авторов, сошлемся еще на Н. М. Бернадского, который в своей книге «Речная гидравлика, ее теория и методология» (1933), рассматривая случай поперечного перемещения воды при заливании поймы и при обратном стекании воды в реку, дает следующую формулу для полной стрелы выпуклости (или вогнутости), если берега поймы достаточно пологи:

$$\epsilon = -\frac{w_H}{20i^2} \left(1 + \frac{1,5}{50i}\right),$$

где  $w_H$  — скорость подъема-спада воды (если, например,  $w_H = 2$  м/сутки, то в случае поймы с уклоном берега  $i = 0,01$  выпуклость на середине реки составит около 5 см).

Н. М. Бернадский замечает, что рассмотренная им причина искривления водного зеркала реки, «по-видимому, не единственная», т. е. он лишь весьма осторожно допускает существование других причин подъема уровня на стрежне во время паводка.

Отрицательно высказывается по поводу выпуклости-вогнутости водной линии живого сечения А. И. Лосиевский. Он пишет, что изменения поверхности воды во время подъема и спада половодья «в нормальных условиях не могут считаться строго подтвержденными измерениями»<sup>24</sup>.

Выясним теперь, как свойство негоризонтальности водного зеркала речного потока при подъеме и спаде уровней связывается с важным для теории речевых процессов вопросом о поперечной циркуляции на прямых участках.

Если мы еще раз обратимся к описанию картины половодья по наблюдениям инженеров и географов прошлого столетия, например Д. Д. Неслова и Э. Реклю, то найдем представления наших предшественников далеко недостаточно ясными. Так, в описании указанных авторов вода в одно и то же время течет в поперечном направлении и к середине, и от нее к берегам, что, очевидно, может быть только в случае кругового движения воды, о чем они, однако, не говорят. Определенные указания на поперечную циркуляцию при подъеме и спаде уровней можно найти только в более поздних сочинениях. В «Курсе физической географии» (1917) известного географа П. И. Броунова читаем: «Когда уровень воды выпуклый, вода по-верху движется от середины к берегам (от более высокого уровня к более низкому), вследствие чего посередине вода поднимается к поверхности, вызывая этим движение вдоль дна от берегов к середине; у берегов же образуются исходящие течения. Вращения в обратные стороны бывают при спаде вод»<sup>25</sup>.

О циркуляции именно таких направлений можно прочесть и у ряда современных авторов.

В подтверждение наличия такой циркуляции при неустановившемся течении Б. А. Аполлов в книге «Учение о реках» (1951) ссылается на свои опыты в лотке, показавшие, что несущие волны на дне потока при подъеме уровня обращены выпуклостью против течения, а при спаде — по течению (рис. 5).

Таким образом, многие авторы поперечную циркуляцию на подъеме и спаде представляют по схеме согласно рис. 6. При этом они ссылаются как на наблюдения в натуре (скопление плывущих предметов у берегов при подъеме и на стрежне — при спаде), так и на лабораторные опыты.

Однако не может не возникнуть следующий вопрос: если при подъеме уровня на середине возникает выпуклость как следствие проявления закона

<sup>23</sup> Ф. Форхгеймер. Гидравлика. М.—Л., 1935, стр. 315.

<sup>24</sup> «Труды ЦНИИВТ», вып. 86, 1934, стр. 41.

<sup>25</sup> П. И. Броунов. Курс физической географии. Пг., 1917, стр. 321.

гидростатического распределения давлений, то не естественнее ли ожидать в этом случае восходящих, а нисходящих токов в фарватерной части, полагая, что направление донных токов должно совпадать с направлением поперечного уклона?

Схема поперечной циркуляции, соответствующая только что высказанному предположению, в литературе существует. М. В. Потапов в работе «Метод искусственной поперечной циркуляции» (1948), говоря о причинах возникновения поперечной циркуляции, указывает на слабо выраженную двойную поперечную циркуляцию с расходящимися донными токами при увеличении расхода воды и со сходящимися — при его уменьшении, которая наблюдается при неустановившемся течении.

То же самое М. В. Потапов говорит в работе «Регулирование деятельности водного потока путем воздействия на его гидравлическую структуру» (1948), причем он указывает, что количественная сторона явления не изучена и его роль в деятельности водных потоков неясна.

Таким образом, у гидрологов существуют различные точки зрения также и по вопросу о поперечной циркуляции при неустановившемся режиме: во-первых, не все согласны с тем, что при подъеме и спаде уровня создаются условия, вызывающие поперечную циркуляцию; во-вторых, те, кто допускает, что такие условия возникают (повышение уровня на стрежне по сравнению с уровнем у берегов во время подъема половодья и понижение уровня во время его спада), совершенно по-разному представляют направление цирку-



Рис. 5. Направление выпуклости песчаных волн и донных скоростей в опыте Б. А. Аполлова.

с уровням у берегов во время подъема половодья и понижение уровня во время его спада), совершиенно по-разному представляют направление цирку-

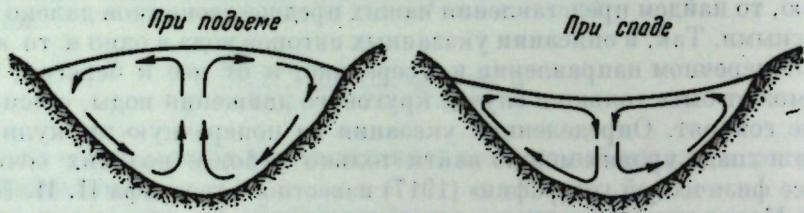


Рис. 6. Поперечная циркуляция при подъеме и спаде уровня.

ляций. Вместе с тем следует подчеркнуть, что бесспорных экспериментальных подтверждений той или другой точки зрения не существует.

\* \* \*

Изучение истории вопроса о поперечной циркуляции в водных потоках позволяет, по нашему мнению, сделать следующие общие выводы:

1. Остается экспериментально недостаточно выясненным закон изменения продольной скорости по ширине потока на изгибе, ввиду чего существующие теоретические построения картины поперечных течений на повороте русла не могут считаться строго обоснованными.

2. До сих пор проведено весьма незначительное число полевых исследований, которые дали бы возможность ответить на вопрос о поперечной циркуляции на изгибе, особенно на средних и крупных реках.

3. Существующие взгляды разноречивы также по вопросу о причинах, характере (в частности, масштабе в сравнении с живым сечением потока) и направлении поперечной циркуляции в прямолинейном потоке, в том числе и при неустановившемся режиме.

4. Явио недостаточны за последние годы и, следовательно, должны быть усилены как теоретические, так и особенно экспериментальные исследования проблемы поперечной циркуляции, имеющей важное научное и практическое значение.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1957

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Вып. 3

Л. П. КОМАРОВ, Д. С. РАССКАЗОВ

## ИСТОРИЧЕСКИЙ ОЧЕРК ИССЛЕДОВАНИЙ ТЕПЛОЕМКОСТИ ВОДЯНОГО ПАРА

### ТЕРМОДИНАМИЧЕСКАЯ ТЕОРИЯ ПЕРЕГРЕТОГО ПАРА ЦЕЙНЕРА И ТЕПЛОЕМКОСТЬ

Для теплотехники XIX в. характерно преобладающее применение насыщенного водяного пара. Только к концу века начали строиться паровые двигатели, имевшие небольшой перегрев. При этом давление и температура пара в лучших паровых машинах и турбинах к 1900 г. не превышали 12—14 ата и 275—300°С.

Широкое внедрение электрической энергии в промышленность, пришедшее на смену безраздельно господствовавшей в то время паровой машине, привело к новому промышленному перевороту, еще более значительному, чем промышленный переворот XVIII столетия.

Дальнейшее развитие электроэнергетики поставило перед теплотехникой новые сложные задачи: создание экономичного парового двигателя с большим числом оборотов и экономически эффективного и высокопроизводительного парового котла.

Первая задача вытекала из того, что уже примерно к 80—90-м годам прошлого столетия назрела острая необходимость в создании быстроходного двигателя, специально предназначенного для привода ротора генератора электрического тока, т. е. для применения его на зарождавшихся тогда электрических станциях.

К этому времени механическая обработка металлов и техника производства специальных сплавов достигли достаточно высокого уровня. Успешно развивалось также учение о сопротивлении материалов, сложились основы технической термодинамики, значительно продвинулось изучение свойств водяного пара. Таким образом, основные предпосылки для создания быстроходного двигателя — паровой турбины — были налицо. Только в Англии с 1880 по 1900 г., т. е. всего лишь за 20 лет, было взято 238 патентов на изобретение паровых турбин<sup>1</sup>. Особенно большие перспективы имели изобретения, предложенные шведским инженером Лавалем и английским инженером Парсонсом.

Что же касается второй задачи — создания мощного и рационального типа парового котла, то она решалась постепенным развитием водотрубной конструкции котельного агрегата. Сначала это были камерные, затем — секционные котлы с естественной циркуляцией (котел В. Г. Шухова) и, наконец, первые прямоточные котлы.

<sup>1</sup> А. А. Радиц. История теплотехники. М.—Л., 1936.

Водотрубная конструкция парового котла, получившая широкое распространение, в дальнейшем была принята основной конструкцией котлоагрегата. Этот выбор объясняется необходимостью увеличения производительности котлоагрегата и особенно необходимостью увеличения давления и температуры перегрева водяного пара для повышения экономичности теплосиловых установок.

К началу XX в. было уже достаточно хорошо известно, что применение пара высокого давления и высоких температур чрезвычайно улучшает термодинамический цикл, по которому работают паровые двигатели, и несет с собой явные экономические выгоды<sup>2</sup>. Однако применение пара высокого давления и температуры тормозилось многими причинами, главнейшими из которых являлись: а) недостаток термодинамических свойств водяного пара при высоких давлениях и температурах и б) отсутствие достаточно прочных и дешевых марок сталей и других материалов, нужных для котлтурбостроительной промышленности.

Необходимость устранения последней причины постепенно привела к созданию новых энергетических металлов и сплавов, применение которых в теплотехнике способствовало развитию конструкций паровых турбин и котлоагрегатов. Но для успешного развития конструкций паровых турбин и котлоагрегатов с применением пара высокого давления и высокой температуры не меньшее значение имело устранение и первой причины. Необходимо было глубокое и точное знание тепловых свойств водяного пара во всем диапазоне осваиваемых параметров. Между тем таких знаний в то время еще не было.

На протяжении всего XIX столетия усиленно изучался вопрос зависимости давления насыщения водяного пара от температуры. Установление этой зависимости, а также зависимости  $p = v = t$  было необходимо<sup>3</sup> для проектирования и построения паровых машин и котлов, так как именно они в значительной степени определяли основные размеры агрегатов (диаметр цилиндра и ход поршня паровой машины, водяной и паровой объемы барабана котла, производительность насосов, толщину котельных стенок и пр.). Кроме того, развивавшаяся теплотехника нуждалась в достоверных сведениях о калорических свойствах водяного пара. Пока речь шла о насыщенном водяном паре, необходимо было знание теплоты жидкости (количества тепла, нужного для нагревания жидкости) и скрытой теплоты парообразования (количества тепла, нужного для превращения жидкости в пар). При применении перегретого пара потребовалось уже знание полной теплоты пара.

Для определения теплоты жидкости использовались величиной теплоемкости воды. Долгое время ее принимали равной единице. Затем Реньо (H. V. Regnault)<sup>4</sup> дал формулу, которая несколько уточнила теплоемкость воды, хотя и не отражала истинной ее зависимости от температуры. Что же касается скрытой теплоты парообразования, то она определялась опытным путем многими исследователями, в том числе и Реньо. Для определения полной теплоты перегретого пара Реньо исследовал также и его теплоемкость.

Опыты Реньо явились основой термодинамической теории водяного пара (насыщенного и перегретого), созданной известным немецким ученым Густавом Цейнером (G. Zeuner)<sup>5</sup> в 60-х годах прошлого столетия<sup>6</sup>.

Мы остановимся лишь на теории перегретого пара, как имеющей прямое отношение к вопросу о его теплоемкости.

<sup>2</sup> Там же.

<sup>3</sup> Зависимость  $p = v = t$  водяного пара, представленная в виде таблицы или формулы, выражает связь между давлением пара  $p$ , его удельным объемом  $v$  и температурой  $t$ .

<sup>4</sup> H. V. Regnault. «Mém. de l'Acad. de France», XXI, Paris, 1847.

<sup>5</sup> G. Zeuner. «Grundzüge der mechanischen Wärmetheorie». Freiburg, 1860.

Термодинамическая теория перегретого пара, разработанная Цейнером, базировалась на утверждении, что удельная теплоемкость перегретого водяного пара при постоянном давлении ( $C_p$ ) есть величина постоянная, не зависящая от изменения давления или температуры. Это положение было основано на весьма немногочисленных экспериментальных данных Реньо, который, проводя свои опыты над перегретым водяным паром, нашел, что  $C_p = 48 \text{ ккал}/\text{кг}^\circ\text{C}$ .

Уравнение состояния перегретого пара было предложено Цейнером в форме

$$pv = RT - C_p^n,$$

где  $R$  и  $C$  — константы, а  $n = \frac{1}{4}$ . При этом должно было выполняться численное условие

$$\frac{AR}{C_p} = n.$$

Искусно комбинируя эти положения с уравнениями, выведенными из основных законов термодинамики, Цейнер создал стройную теорию перегретого пара, продержавшуюся до начала нашего столетия.

Однако эта теория, опиравшаяся на малочисленные экспериментальные данные, существенно расходилась с данными последующего опыта в области температур и давлений, которые стали позднее использоваться в теплотехнике. Поэтому в начале текущего столетия в технической литературе теория Цейнера подверглась критике, особенно в части неправильного представления о теплоемкости перегретого пара.

Однако для пересмотра теории Цейнера необходимо было систематическое проведение термодинамических исследований водяного пара при параметрах, которые уже были приняты в теплотехнике.

### ПЕРВОНАЧАЛЬНЫЙ ПЕРИОД В ИЗУЧЕНИИ ТЕПЛОЕМКОСТИ ПЕРЕГРЕТОГО ВОДЯНОГО ПАРА

Большое значение в деле развития теплотехники имеют экспериментальные и теоретические работы по изучению свойств водяного пара, которые начиная с 90-х годов прошлого столетия проводятся в Западной Европе и особенно в Германии.

Знаменательным в деле изучения свойств перегретого пара следует считать 1906 г.

Ровно 50 лет назад появилась статья О. Кноблауха (O. Knoblauch) и М. Якоба (M. Jacob) об исследовании ими в Мюнхенской высшей технической школе удельной теплоемкости водяного пара при постоянном давлении<sup>6</sup>. В этой статье авторы на основе чрезвычайно точного для того времени экспериментального материала полностью опровергли теорию Цейнера и нанесли удар по самому ее уязвимому месту — принятой в ней постоянной величине теплоемкости перегретого пара. Авторы исследовали удельную теплоемкость перегретого водяного пара  $C_p$  в области давлений от 2 до 8 ата при температурах от насыщения до  $350^\circ$ . Везде в этой области давлений и температур теплоемкость пара являлась величиной переменной, в весьма большой степени зависящей как от температуры, так и от давления.

Таким образом, Кноблаух и Якоб впервые установили зависимость теплоемкости перегретого водяного пара от давления:  $C_p$  при постоянной температуре увеличивается с повышением давления, причем наибольшее увеличение

<sup>6</sup> O. Knoblauch u. M. Jacob. «Forschung auf dem Gebiete des Ingenieurwesens». N. 35—36, 1906.

наблюдалось вблизи кривой насыщения. Они также экспериментально подтвердили имеющиеся ранее данные о зависимости  $C_p$  водяного пара от температуры перегрева. Эту зависимость Кноблаух и Якоб уточнили и нашли, что при постоянном давлении с возрастанием температуры от линии насыщения  $C_p$  вначале убывает, достигая при некоторой температуре минимума, а затем медленно увеличивается, причем с повышением давления минимум перемещается в сторону более высоких температур. Кроме того, они установили, что  $C_p$  (теплоемкость при давлении, условно равном нулю) не является величиной постоянной, а повышается с ростом температуры.

Зависимость  $C_p$  от давления и температуры представлена на рис. 1 (взят из работы Кноблауха и Якоба) в виде соответствующих кривых, при этом по оси абсцисс отложены температуры, а по оси ординат — значения теплоемкости.

Опыты Кноблауха и Якоба впервые вскрыли существование зависимости теплоемкости от температуры и давления. Сделанные ими важные выводы в сочетании с чрезвычайно наглядной формой изложения (удобными и простыми графиками) способствовали тому, что их точка зрения на теплоемкость водяного пара получила вскоре всеобщее признание.

Однако этим не ограничивается их большая заслуга в области термодинамических исследований свойств водяного пара.

Обнаружив зависимость теплоемкости от давления и температуры, мюнхенские исследователи открыли новую возможность изучения термодинамических свойств водяного пара, а также паров других аналогичных веществ.

Осуществление этой новой возможности принадлежит сотруднику Мюнхенской лаборатории М. Якобу. Учитывая прежние неудачи в вопросе составления уравнения состояния перегретого пара, которое бы достаточно надежно описывало свойства пара и к тому же позволяло путем применения термодинамических соотношений получать из него калорические величины, Якоб выдвинул совершенно новую идею<sup>7</sup>. Пользуясь экспериментальными данными по теплоемкости водяного пара, он предложил вывести уравнение состояния из известного термодинамического соотношения:

$$\left( \frac{\partial C_p}{\partial T} \right)_T = -AT \left( \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} \right)_p.$$

<sup>7</sup> M. Jacob. «Zeitschrift d. VDI», 1912, стр. 1980.

Зная из эксперимента закон изменения  $C_p$  в зависимости от давления, Якоб дифференцировал  $C_p$  по  $p$ . Затем, произведя двойное интегрирование по  $T$ , получил:

$$v = \varphi(p) + \psi(p) T - \frac{1}{A} \int \int \frac{1}{T} \left( \frac{\partial C_p}{\partial p} \right)_T dT^2.$$

Далее принимаем, что при  $\left( \frac{\partial C_p}{\partial p} \right)_T = 0$  пар следует уравнению идеального газа (температура  $T_0$ , соответствующая этому состоянию), принимается за начальную при обоих интегрированиях). При этом условии

$$\varphi(p) = 0;$$

$$\psi(p) = \frac{R}{p}.$$

Тогда окончательно получим:

$$v = \frac{RT}{p} - \frac{1}{A} \int \int \frac{1}{T} \frac{\partial C_p}{\partial p} dT^2.$$

Этот метод вывода уравнения состояния давал определенные преимущества перед выводом уравнения состояния непосредственно из определенной опытом зависимости  $p - v - t$ <sup>8</sup>. Пользуясь для вывода уравнения состояния данными по  $C_p$ , производят однократное дифференцирование и двухкратное интегрирование. Последняя операция в силу ее свойств, несколько усредняет ошибки и повышает точность уравнения. При нахождении же  $C_p$  из уравнения состояния, основанного на данных  $p - v - t$ , производят однократное интегрирование и двойное дифференцирование по формуле

$$C_p = \varphi(T) - A \int T \frac{\partial^2 v}{\partial T^2} dp.$$

Последняя операция ухудшает точность получаемых значений для  $C_p$ . При этом вывод других, необходимых для практики калорических величин становится еще более неточным.

Поэтому мюнхенская школа в дальнейшем сосредоточила внимание на исследовании теплоемкости водяного пара, несмотря на то, что теплоемкость могла быть определена только с точностью до двух процентов, тогда как зависимость  $p - v - t$  определялась вначале Киоблаухом, Линде и Клебе (Knoblauch, Linde und Klebe) в 10 раз точнее, т. е. с точностью до 0,2%<sup>9</sup>. Почти 30 лет мюнхенские ученые занимались исследованием теплоемкости  $C_p$  и это было не случайно, так как теплоемкость водяного пара является «ключевой» калорической величиной, знание которой позволяет достаточно точно и легко определить энтальпию (теплосодержание), энтропию, внутреннюю энергию водяного пара — все те величины, без которых в настоящее время немыслимы никакие теплотехнические расчеты.

Помимо исключительно большого практического и теоретического значения, которое приобрели результаты экспериментальных исследований Киоблауха и его сотрудников для дальнейшего развития термодинамики, имели

<sup>8</sup> Следует иметь в виду, что всем методам присущи определенные преимущества и недостатки и что трудно отдать абсолютное предпочтение каким-либо одним исследованиям, будь то исследования калорических или термических величин. Те и другие исследования (хотя и не всегда в равной степени) дополняют и контролируют друг друга, обусловливая более глубокое знание свойств воды и водяного пара в различных областях состояния.

<sup>9</sup> В. А. Кириллин и А. Е. Шейдли. Основы экспериментальной термодинамики. М. — Л., 1950.

большое значение также и примененные ими новые экспериментальные методы и техника.

Мюнхенцы внесли много нового в экспериментальную технику. В своих установках (в технической литературе описано шесть их конструкций) они применили весьма сложную систему компенсационных нагревателей. Вначале эти нагреватели предназначались только для создания термостатичного поля в самом калориметре и вокруг него. В позднейших опытах была достигнута практически полная адиабатичность калориметра компенсацией тепловых потерь.

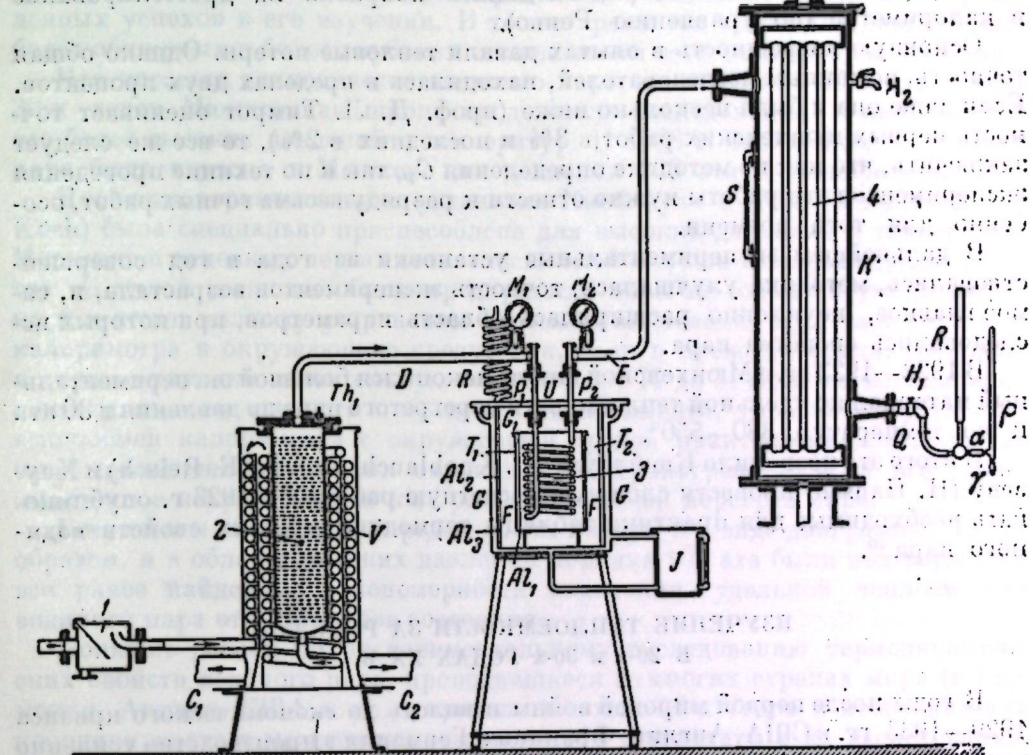


Рис. 2. Схема экспериментальной установки О. Киоблауха и Х. Молье для определения теплоемкости водяного пара по незамкнутому проточному методу.

потерь. Этим же целям уменьшения потерь тепла служили чрезвычайно острумые конструкции различных экрановых поверхностей, защищавших калориметр. Параметры пара измерялись весьма точными приборами (температура в большинстве случаев измерялась потенциометрическим способом, давление — образцовыми манометрами).

Метод определения  $C_p$  представлял собой вариант динамического метода, основанного на проточном принципе. Его практическое осуществление на экспериментальной установке для получения результатов достаточной точности оказалось делом несложно.

Схема одной из первых мюнхенских экспериментальных установок для определения удельной теплоемкости представлена на рис. 2. Установка О. Киоблауха и Х. Молье (Knoblauch und Mollier) относится к 1911 г. Водяной пар для установки отбирался из котла (на схеме не показан), пропускался через механический водоотделитель 1, высушивался в электрическом перегревателе 2 и некоторой температурой  $t_1$  поступал в калориметр 3, где специальным электрическим нагревателем подогревался до температуры  $t_2$ .

Тепло, подведенное к пару в калориметре, точно измерялось прецизионными приборами. Вес нагреваемого пара определялся взвешиванием после его конденсации в поверхностном охладителе 4. В этом и заключался проточный метод.

В указанной методике определения  $C_p$  особое внимание уделялось нахождению тепловых потерь  $q$  в калориметре, для чего, кроме основного опыта, проводили дополнительный при выключенном нагревателе калориметра.

Для обеспечения термостатичности калориметр был помещен в масляную баню. Температура масла при обоих опытах поддерживалась постоянной. Помимо учета тепловых потерь, вводилась поправка на дросселирование в калориметре (по уравнению Реньо).

Основную погрешность в опытах давали тепловые потери. Однако общая точность, по данным исследователей, находилась в пределах двух процентов. Если даже она и была несколько ниже (проф. Д. Л. Тимрот оценивает точность первых мюнхенских работ в 3% и последних в 2%), то все же следует заключить, что как по методике определения  $C_p$ , так и по технике проведения экспериментов эти работы нужно отнести к разряду весьма точных работ, особенно для того времени.

В дальнейшем экспериментальные установки из года в год совершенствовались, методика улучшалась, точность экспериментов возрастила, и, самое главное, неуклонно расширялась область параметров, при которых исследовались свойства пара.

В 1922—1923 гг. в Мюнхенской школе накопился большой экспериментальный материал по удельной теплоемкости перегретого пара до давления в 30 ата и до температур 380—550°.

В итоге это позволило Кноблауху (O. Knoblauch), Райшу (E. Reisch) и Хаузену (H. Hausen) провести сложную расчетную работу и в 1923 г. опубликовать необходимые для практики таблицы термодинамических свойств водяного пара<sup>10</sup>.

### ИЗУЧЕНИЕ ТЕПЛОЕМКОСТИ ЗА РУБЕЖОМ В 20-Х И 30-Х ГОДАХ XX В.

В годы после первой мировой войны и вплоть до экономического кризиса 1929—1933 гг. в США, Англии, Франции и Германии в производство усиленно внедрялась новая техника. Хотя темпы роста промышленного производства были гораздо меньшими, чем ранее, однако капиталистическое производство, подчиняясь закону циклического развития, переживало в этот период некоторый подъем.

Промышленный подъем в капиталистических странах в первую очередь проявился в увеличении энергетических мощностей в промышленности. В это время чрезвычайное развитие получило строительство мощных тепловых электрических станций. Для экономии топлива, сжигаемого на электростанциях, стали повышать параметры пара в котельных агрегатах и паровых турбинах электростанций.

Если за первые 20 лет прошедшего столетия давление пара в паровых турбинах лучших конструкций (например, фирмы Броун-Бовери) поднялось примерно в два раза (с 12—14 до 24—25 ата), то в последующие годы темп роста применяемого давления значительно увеличился. На одной из первых станций высокого давления в Европе, в Лангербрюгге (Бельгия), в 1924 г. были установлены две предвключенные турбины Броун-Бовери с давлением

<sup>10</sup> O. Knoblauch, E. Reisch und H. Hausen. Tabellen und Diagramme für Wasserdampf. München u. Berlin, 1923.

пара перед турбинами 50 ата и с температурой перегрева 440—450°. В США в это время также быстро развивалось применение пара высокого давления (до 84 ата).

Перед второй мировой войной на многих электростанциях мира применялось давление пара в котлах до 90—100 ата. Одновременно значительно возросла и температура перегретого пара. Если в течение первого двадцатилетия (1900—1920 гг.) температура колебалась от 350° до 375°, то за последующие 20 лет она поднялась почти до 500°. Такое быстрое внедрение в энергетику пара все более высоких параметров стало возможным вследствие определенных успехов в его изучении. В то же время это требовало дальнейших, более обширных и более глубоких исследований всех тепловых свойств пара.

Что касается теплоемкости водяного пара, то в течение 20-х и в начале 30-х годов Мюнхенская школа продолжала исследования в направлении все более высоких давлений и температур. К 1928 г. теплоемкость водяного пара была изучена в Мюнхене до давления 120 ата и температуры 450°.

Новая экспериментальная установка Кноблауха и Коха (Knoblauch und Koch) была специально приспособлена для высоких давлений и температур. Методика в основных чертах оставалась такой же, как и в предыдущих работах. В новой установке были предприняты меры не только к уменьшению, но и к почти полному устранению (путем компенсации) тепловых потерь от калориметра в окружающую среду. Так, если в прежних опытах тепловые потери составляли значительную величину (от 10 до 35%) и оказывали большое влияние на точность проведения эксперимента, то в новой установке теплообмен калориметра с окружающей средой практически доводился до нуля применением внешних охранных электроагрегатов, и все тепло, выделенное нагревателем в калориметре, шло на перегрев пара.

Результаты этих опытов представлены на рис. 3 в виде диаграммы. Таким образом, и в области высоких давлений порядка 100 ата были подтверждены все ранее найденные закономерности изменения удельной теплоемкости водяного пара от параметров состояния.

Большие работы по экспериментальному исследованию термодинамических свойств водяного пара, проводившиеся во многих странах мира (в Германии, Англии, США и др.), привели в конце 20-х годов к необходимости координировать в международном масштабе результаты этих исследований.

Для обмена мнениями, согласования полученных данных по водяному пару и подведение итогов исследований, проведенных к тому времени, в 1929—1934 гг. состоялись три международных конференции по «Таблицам водяного пара» — в Лондоне (июль 1929 г.), Берлине (июнь 1930 г.) и Вашингтоне (сентябрь 1934 г.).

Основным результатом конференций была разработка международных таблиц термодинамических свойств водяного пара по расширенным интервалам давлений и температур (так называемые «скелетные таблицы»). Эти таблицы, принятые на Третьей международной конференции в 1934 г., действительны и в настоящее время. При разработке «скелетных таблиц» в первую очередь принимались во внимание исследования по  $C_p$ , выполненные Мюнхенской школой, исследования энталпии водяного пара методами дросселирования, проведшиеся в Англии проф. Каллендером (H. L. Callendar) и др., исследования по удельным объемам, выполнявшиеся в Америке Кинаном (J. N. Keenan), Смитом (L. B. Smith), Кейсом (F. G. Keyes) и др., и опыты по энталпии Гавличека и Мишковского в Чехословакии<sup>11</sup>.

<sup>11</sup> Отчеты о конференциях публиковались в основных технических журналах США, Англии и Германии. См., напр., «Zeitschrift d. VDI», Bd. 73 (1929), стр. 1856; Bd. 75 (1931), N 7; Bd. 79 (1935), стр. 1359.

На Третьей конференции, в частности, были приняты во внимание последние опыты по исследованию  $C_p$ , проведенные В. Кохом (W. Koch) в 1932 г.<sup>12</sup> В Кох определил удельную теплоемкость на совершенно новой экспериментальной установке при давлениях от 120 до 200 ата и температурах от насыщения до  $450^\circ$ . Методика определения  $C_p$  оставалась при этом прежней,

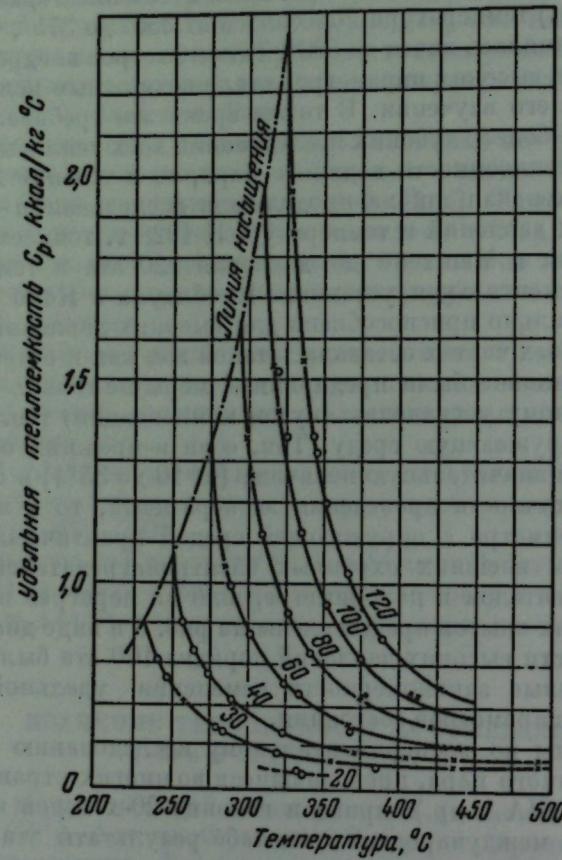


Рис. 3. Зависимость теплоемкости водяного пара ( $C_p$ ) в докритической области высоких давлений и температур по данным О. Киоблауха и В. Коха.

экспериментальная же установка во многом отличалась от предыдущих (рис. 4). Дистиллированная и деаэрированная вода в ней подводилась к насосу высокого давления 1. Из насоса вода вначале поступала в специальное устройство (систему баллонов) 2, служившее для выравнивания давления и создания постоянства расхода воды. Из баллонов вода направлялась в парогенераторы (они же и пароперегреватели) 3, 4 и 5. Из последнего пароперегревателя пар поступал в калориметр Коха 6 оригинальной конструкции, в котором проводился опыт по определению теплоемкости. Регулирование расхода осуществлялось игольчатым и мембранным вентилями. Для измерения давления применялись пружинный манометр и поршиневые весы.

Точность последних работ Коха оценивается в  $\pm 2\%$ . Основным недостатком установки Коха (как и большинства установок Мюнхенской школы) следует считать ее сложность. Сложно и трудоемко было поддерживать адиабатичность калориметра, создавать равномерный расход воды и постоянство

<sup>12</sup> W. Koch. «Forschungsarbeiten auf dem Gebiete des Ingenieurwesens», Bd. 3, 1932, стр. 1—10.

давления в проточной схеме (несовершенство питания водой представляет собой недостаток, присущий всем экспериментальным установкам высокого давления, работающим по проточному методу с разомкнутой схемой).

В истории изучения водяного пара видное место занимают работы чешских исследователей Гавличека (J. Havlicek) и Мишковского (L. Miškovský), посвященные, в основном, изучению энталпии (теплосодержания) методом дросселирования. Однако для тех областей параметров, где пар вследствие дросселирования получался влажным, Гавличек и Мишковский исследовали теплоемкость  $C_p$ .<sup>13</sup>

Измерения теплоемкости охватывали область давлений от 100 до 400 ата и температур в среднем от  $320$  до  $450^\circ$ . Вследствие некоторых недостатков

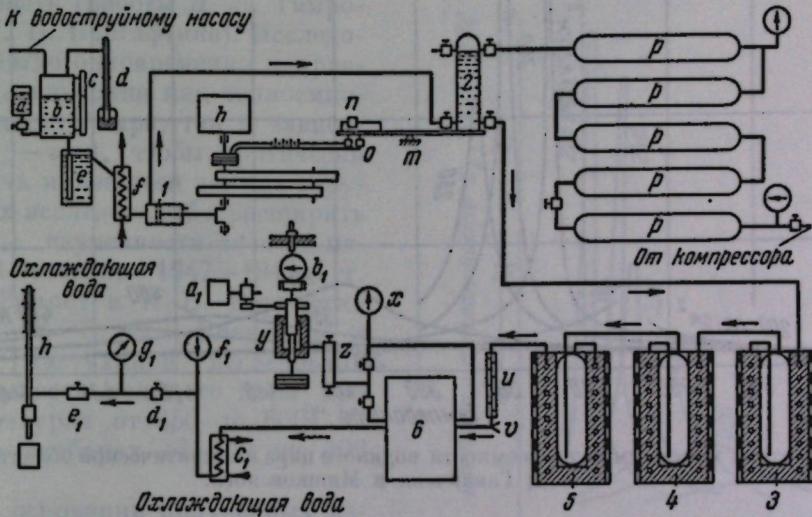


Рис. 4. Схема установки В. Коха для определения теплоемкости водяного пара высоких параметров.

методики (при проведении опытов имелись большие тепловые потери, учет которых производился косвенно) значения  $C_p$ , особенно вблизи критической области, были получены с относительно большой погрешностью. Однако работа Гавличека и Мишковского имела важное теоретическое значение: они впервые наблюдали (в 1935 г.) наличие максимумов теплоемкостей водяного пара в сверхкритической области. Картина этих максимумов представлена на рис. 5.

#### ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЕ РАБОТЫ ПО ТЕПЛОЕМКОСТИ ВОДЯНОГО ПАРА В СОВЕТСКОМ СОЮЗЕ

Успешное выполнение ленинского плана ГОЭЛРО, как известно, было достигнуто в результате строительства мощных районных (в основном, тепловых) электрических станций с новейшим для того времени энергетическим оборудованием. Уже на первых электростанциях — Каширской (1921 г.) и Шатурской (1925 г.) — пар перед турбинами имел 16—17 ата давления и  $375^\circ$  перегрева.

В 1931 г. вступила в строй Березниковская ТЭЦ с параметрами пара 60 ата и  $450^\circ$ , а несколько позднее была передана в эксплуатацию ТЭЦ № 9 (Москва) с рекордными для того времени значениями давления и температу-

<sup>13</sup> J. Havlicek, L. Miškovský. «Helvetica Physica Acta». B. 9, 1935.

ры пара перед турбинами (125 ата и 470°). Такой стремительный скачок в область высоких давлений и температур был вызван самой жизнью. Переход на высокие параметры пара (90 ата и 480—500°) давал по сравнению со средними параметрами пара (29 ата и 400°) экономию топлива в размере 12—14%, что представляло большие выгоды для народного хозяйства СССР.

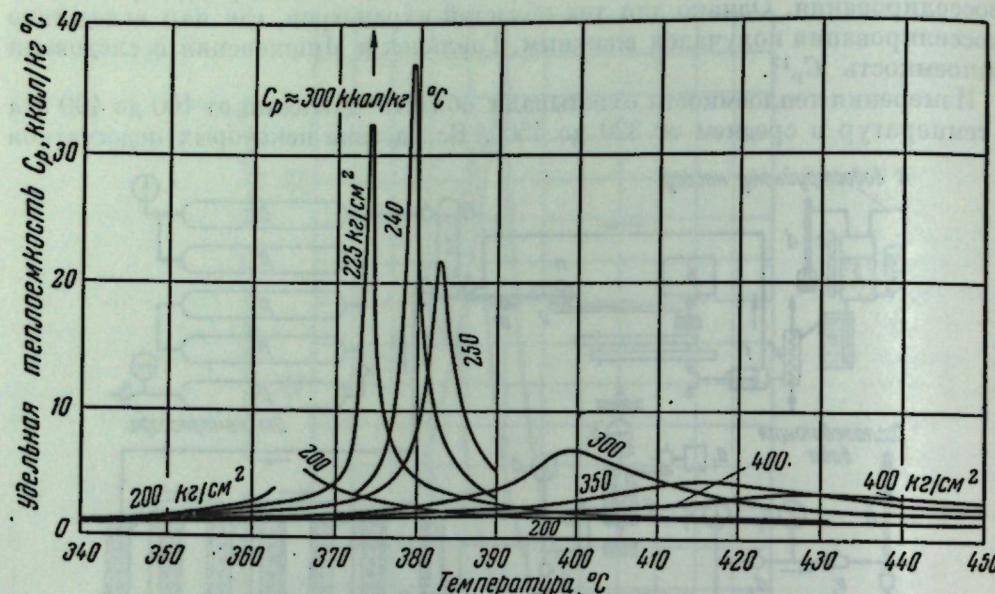


Рис. 5. Картина максимумов теплоемкости водяного пара в закритической области по данным Гавличека и Мишковского.

Особенно быстрый переход на высокие параметры пара произошел в Советском Союзе в первой послевоенной пятилетке, когда был принят новый ГОСТ (1947 г.) на паровые турбины и котлы, установивший для турбогенераторов с единичной мощностью 12—100 тыс. квт в качестве основных параметров пара 90 ата и 480—500° в отличие от широко применявшихся в довоенные годы параметров 29 ата и 400°.

Учитывая прогрессивное значение применения сверхвысоких параметров пара на тепловых электрических станциях (где и в настоящее время вырабатывается свыше 80% всей электроэнергии), XX съезд КПСС поставил перед теплотехникой нашей страны новые большие задачи: «В целях дальнейшего повышения экономичности работы электростанций и снижения их стоимости широко применять на крупных тепловых электростанциях оборудование на давление пара 130 атмосфер при температуре до 565° С с промежуточным перегревом пара и обеспечить внедрение блочной схемы: котел — турбина. Освоить в промышленной эксплуатации турбинные блоки мощностью 200 тысяч киловатт на давление пара 220 атмосфер при температуре 600° С. Ввести в действие турбинный блок мощностью 300 тысяч киловатт на давление пара до 300 атмосфер при температуре 650° С»<sup>15</sup>.

Развитие советской теплоэнергетики давно привело к необходимости проведения широких исследований тепловых свойств пара, так как имевший-

<sup>14</sup> Л. И. Керцели и И. Я. Конфедератов. Тепловые электрические станции. «Очерки по истории энергетической техники СССР», М.—Л., 1954.

<sup>15</sup> «Директивы XX съезда КПСС по шестому пятилетнему плану развития народного хозяйства СССР на 1950—1960 годы». Госполитиздат, 1956, стр. 16.

ся в этой области материал зарубежных исследований уже не соответствовал возросшим потребностям Советского Союза.

Такие исследования были начаты в период первых пятилеток. Еще в 1937—1939 гг. советскими учеными М. П. Вукаловичем и И. И. Новиковым была впервые разработана теория перегретого водяного пара, на основе которой было предложено наиболее рациональное уравнение его состояния<sup>16</sup>. Используя эту теорию и уравнение состояния, М. П. Вукалович в 1941 г. разработал первые советские таблицы водяного пара<sup>17</sup>. Начиная с 30-х годов во Всесоюзном теплотехническом институте (ВТИ) исследовалась вязкость и теплопроводность водяного пара, а затем было проведено комплексное исследование термодинамических его свойств (работы Д. Л. Тимрота и Н. Б. Варгафтика). Исследование было одновременно направлено на изучение как теплоемкости водяного пара, так и зависимости  $p-v-t$ , чтобы критически уточнить имеющиеся данные зарубежных исследований и расширить пределы изученности свойств пара. В течение 1947—1949 гг. Д. Л. Тимрот и Н. Б. Варгафтик вместе с С. Л. Ривкиным и М. И. Частухиной исследовали теплоемкость водяного пара при температурах от 350 до 600° на девяти изобарах от 200 до 300 ат.<sup>18</sup>.

На основании полученных материалов по теплоемкости и  $p-v-t$  во ВТИ были составлены и в 1952 г. опубликованы таблицы водяного пара.

На рис. 6 представлена зависимость теплоемкости водяного пара  $C_p$  от температуры и давления в критической и сверхкритической областях. Исследователи ВТИ оценивают точность своих опытов по теплоемкости в  $\pm 15\%$ . Эти успехи обусловливались использованием разработанной Д. Л. Тимротом и Н. Б. Варгафтиком новой методики, которая отличалась от принятой в Мюнхенской лаборатории применением замкнутой схемы проточного калориметрирования. Так был сделан шаг вперед в деле создания постоянства расхода пара в калориметре по сравнению с установкой Коха.

На рис. 7 представлена схема установки ВТИ для определения  $C_p$  водяного пара при высоких давлениях и температурах. В ней имелись два калориметра: паровой 5 и водяной 2. В паровом калориметре при определенных давлениях

<sup>16</sup> М. П. Вукалович и И. И. Новиков. Уравнение состояния реальных газов. М.—Л., 1948.

<sup>17</sup> М. П. Вукалович. Формулы, таблицы и диаграммы для водяного пара. М.—Л., 1941.

<sup>18</sup> Д. Л. Тимрот, Н. Б. Варгафтик, С. Л. Ривкин. Экспериментальное изучение теплоемкости водяного пара при высоких давлениях и температурах. «Известия ВТИ», 1948, № 4, стр. 1—16; Д. Л. Тимрот, С. Л. Ривкин, М. И. Частухина. Теплоемкость водяного пара при высоких давлениях и температурах. «Известия ВТИ», 1949, № 8, стр. 1—5.

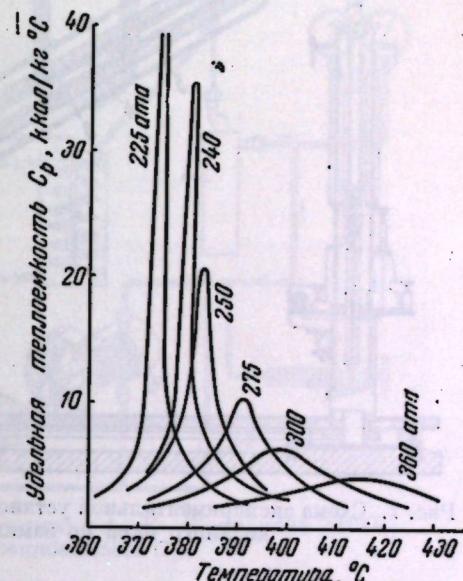


Рис. 6. Теплоемкость водяного пара в критической и сверхкритической областях по данным ВТИ.

и температурах производился основной калориметрический опыт, определение же расхода пара проводилось в водяном калориметре по известной теплоемкости воды при данном давлении и комнатной температуре. Оба калориметра были связаны между собой замкнутым циркуляционным контуром. Замкнутый контур позволил освободиться от применения поршневого насоса, имевшегося в установке Коха для создания высокого давления и не обеспечивавшего постоянства расхода пара и постоянства давления. Прокачивание воды и водяного пара осуществлялось в установке ВТИ небольшим цирку-

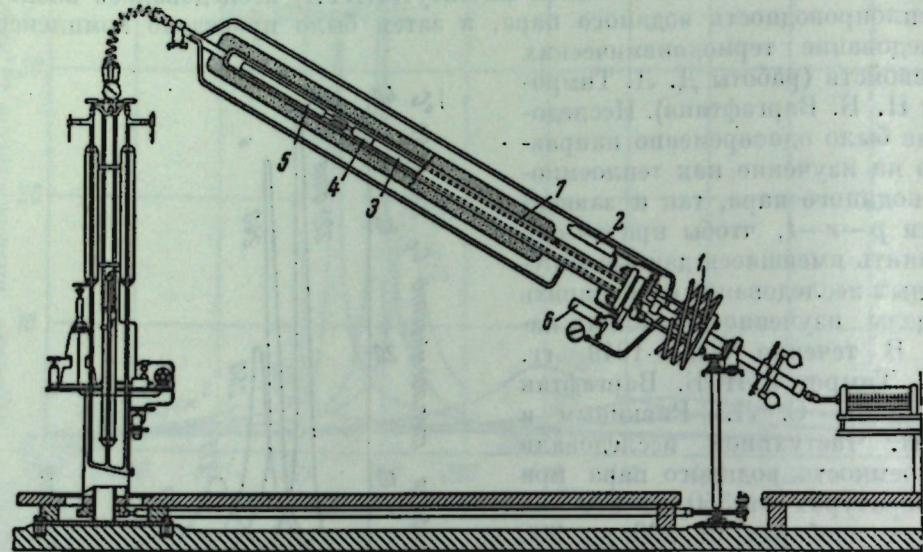


Рис. 7. Схема экспериментальной установки ВТИ для определения теплоемкости водяного пара по замкнутому проточному методу.

ляционным насосом оригинальной конструкции, в котором ртуть выполняла функции поршней и клапанной системы. Напор, создаваемый насосом, расходовался только на преодоление гидравлических сопротивлений в контуре установки. Движение вещества по замкнутому контуру осуществлялось следующим образом. Циркуляционный насос 1 подавал воду через калориметрический измеритель расхода (водяной калориметр) 2 в теплообменник-испаритель 3, в котором вода превращалась в пар. Затем пар, доведенный до температуры опыта в фильтре 4, поступал в паровой калориметр 5, по выходе из которого вновь направлялся в теплообменник 3 и в нем конденсировался. После этого конденсат проходил через холодильник 6 и возвращался в циркуляционный насос. Теплообменник-испаритель 3, калориметр 5 и фильтр 4 были помещены для разгрузки от давления в автоклав 7.

Калориметрическое устройство ВТИ состояло из бифилярного змеевика, на выходе и входе которого размещались термометрические приспособления. Внутри змеевика помещался нагреватель калориметра (платиновая электропечь). Основной отличительной особенностью калориметра ВТИ явилось наличие (паряду с защитным нагревателем) специальной пятисотслойной дифференциальной термопары, смонтированной на его цилиндре и измеряющей имеющиеся тепловые потери. Опыты, проведенные во ВТИ, как по технике постановки эксперимента, так и по достигнутым результатам, намного превзошли зарубежные исследования.

В Московском энергетическом институте (МЭИ) А. Е. Шейндлиным была предложена методика, позволявшая провести измерение  $C_p$  без спе-

циального учета тепловых потерь<sup>19</sup>. На основе этой методики А. Е. Шейндлином сконструирована экспериментальная установка с проточной замкнутой схемой (рис. 8), которая отличалась достаточной простотой и была лишена многих недостатков предшествующих экспериментальных установок.

В этой установке исследуемая вода при комнатной температуре, но под давлением, предусмотренным опытом, поступает в так называемый «холодный»

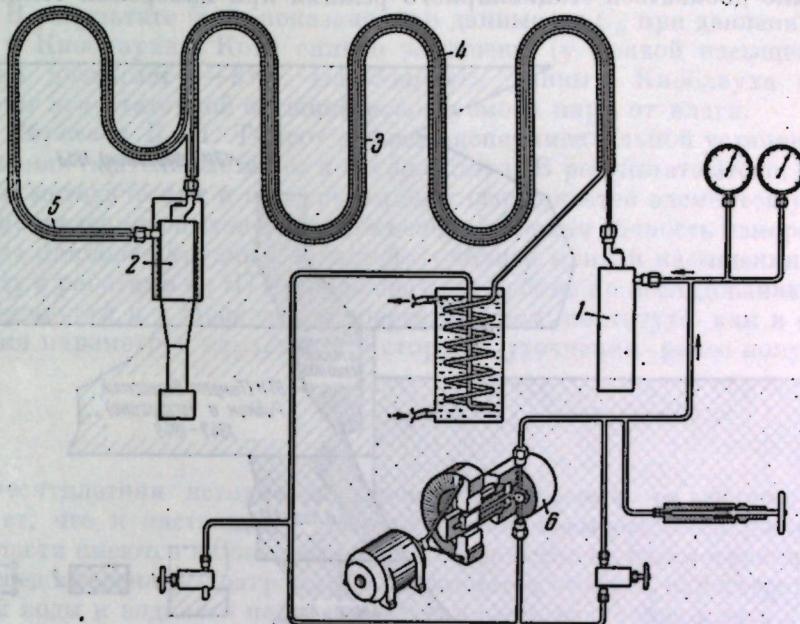


Рис. 8. Схема экспериментальной установки А. Е. Шейндлина (МЭИ) для определения теплоемкости  $C_p$ .

или «водяной» калориметр 1, предназначенный для измерения расхода воды по известной ее теплоемкости. Из холодного калориметра вода направляется к «горячему» калориметру 2, в котором производится основной калориметрический опыт. По пути к горячему калориметру вода нагревается за счет тепла, отдаваемого паром, прошедшем калориметр; для уменьшения теплопотерь на трубы намотан электрический нагреватель 3. Для получения пара или воды с нужной температурой на участке трубы 4, примыкающей к калориметру, имеется мощный электронагреватель. Тонкая регулировка температуры пара производится при помощи небольшого электрического нагревателя 5.

Холодный и горячий калориметры помещены в стальные автоклавы, имеющие полное давление опыта и, следовательно, разгруженные от давления. Интересным элементом установки является шестеренчатый насос 6 с приводом в виде бессальниковой синхронной машины с вращающимся статором-электромагнитом. Насос вполне обеспечивает создание равномерного расхода воды.

Отличительной особенностью экспериментальных исследований в МЭИ была новая оригинальная методика самого процесса калориметрирования, предусматривавшая и новую конструкцию калориметра. Свообразие этой конструкции состояло в наличии лишь одного термометра на выходе калориметра. Таким образом, в опыте фиксируется температура только

<sup>19</sup> А. Е. Шейндлин. Экспериментальное исследование теплоемкости воды и водяного пара высоких параметров. «Теплоэнергетика», 1954, № 1, стр. 11—19.

выходящего из калориметра пара, причем эта температура измеряется при выключении и при включенном калориметрическом нагревателе, соответственно  $t_1$  и  $t_2$ . Разница в показаниях термометра составляет то изменение температуры  $\Delta t$  пара, которое произошло от введенного в калориметр тепла.

Основным в этой методике являлось то, что в процессе эксперимента не надо было добиваться стационарного режима при измерении температур  $t_1$

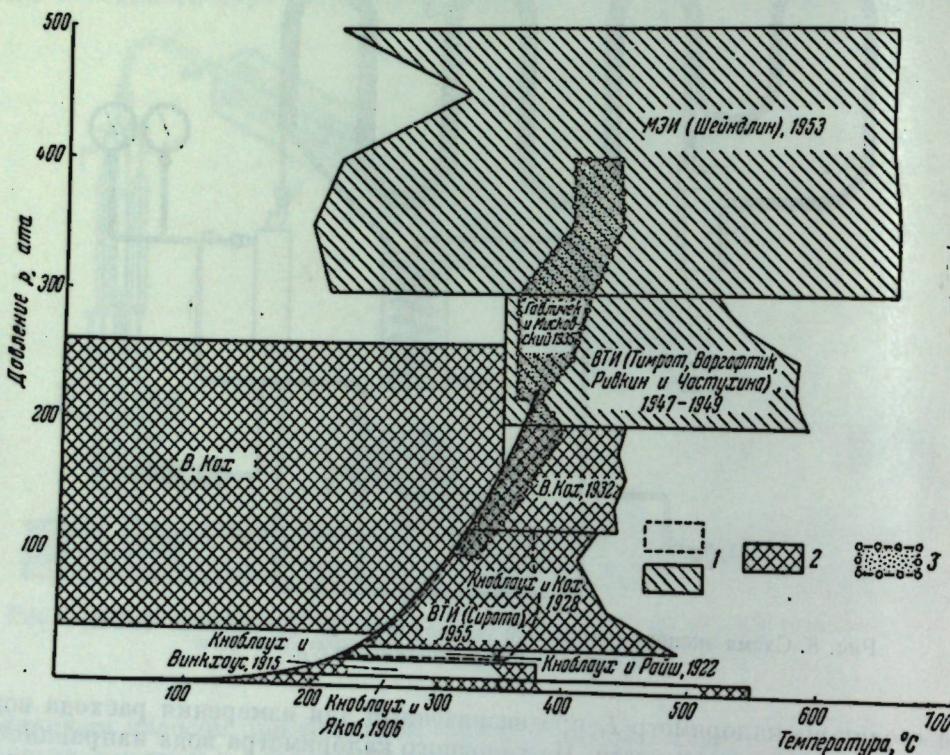


Рис. 9. Области измерения теплоемкости водяного пара различными исследователями.

1 — опыты, проводившиеся в СССР; 2 — опыты, проводившиеся в Германии; 3 — опыты, проводившиеся в Чехословакии.

и  $t_2$ . Вполне достаточным было лишь плавное изменение температуры пара в калориметре. Что же касается тепловых потерь калориметра, то они вследствие специальной конструкции последнего сводились к столе малой величине, что необходимость в их компенсации или учете отпадала.

Методика обеспечивала достаточную простоту работы и относительно быстрый переход от одного режима к другому.

На рассмотренной установке в МЭИ в 1953 г. было завершено экспериментальное исследование теплоемкости воды и водяного пара по пяти изобарам от 300 до 500 атм. При этом исследованный интервал температур находился между 200 и 600° С. Точность опытов оценивается автором в 2%. Полученные данные позволили расширить область исследований калорических величин до 500 атм и 650°.

В самое последнее время (в 1955 г.) во ВТИ были закончены экспериментальные исследования теплоемкости в докритической области до давления в 120 атм, т. е. в той области, где в свое время (в 1928 г.) теплоемкость была определена Кноблаухом и Кохом. Исследования проводились А. М. Сиротой

и Д. Л. Тимротом на новой экспериментальной установке. Работа проводилась для проверки опытов Кноблауха и Коха, которые в этой области вызывают сомнения, так как рассчитанные на их основе значения энтальпий пара расходятся с результатами экспериментальных измерений, проведенных Гавличеком и Мишковским в Чехословакии, а также Эгертоном и Календером в Англии. В работе ВТИ<sup>20</sup> удельные теплоемкости были определены на пяти изобарах от 20 до 120 атм при температурах от насыщения до 380°. В результате было показано, что данные по  $C_p$  при давлениях 40—120 атм у Кноблауха и Коха сильно завышены (у кривой насыщения это завышение достигает 7—8%). Ошибочность данных Кноблауха и Коха объясняется недостаточной осушкой исследуемого пара от влаги.

А. М. Сирота и Д. Л. Тимрот в своей экспериментальной установке пришли особенно тщательные меры к осушке пара. В результате этого, а также вследствие методических и конструктивных особенностей элементов установки, при проведении опытов была обеспечена высокая точность измерений  $C_p$  в одной из наиболее трудных областей — вблизи кривой насыщения.

Наряду с работами во ВТИ продолжаются работы по исследованию удельной теплоемкости и в Московском энергетическом институте как в сторону повышения параметров пара, так и в сторону уточнения ранее полученных данных.

\* \* \*

Пятидесятилетняя история исследования теплоемкости водяного пара показывает, что к настоящему времени наиболее выдающиеся достижения в этой области имеются в Советском Союзе. Это видно из рассмотрения рис. 9. На нем представлена  $pt$ -диаграмма, в координатах которой нанесены области состояний воды и водяного пара, исследованные в различное время в Германии, Чехословакии и в СССР. Советские работы по определению теплоемкости ведутся в значительных и наиболее трудных для исследований направлениях.

Как уже отмечалось выше, одновременно с определением удельной теплоемкости пара в Советском Союзе наиболее полные исследования были проведены также и по изучению зависимости  $p - v - t$  вплоть до 960 атм и 500—650°. Эти исследования — Д. Л. Тимрота, В. А. Кириллина и Л. И. Румянцева, В. Н. Зубарева и других работников ВТИ и МЭИ.

Результаты всех вышеперечисленных крупных экспериментальных и теоретических исследований водяного пара, проведенных в Советском Союзе, имеют большое международное значение, заключающееся в том, что на их основе могут быть уточнены и расширены международные «скелетные таблицы» водяного пара, в чем уже назрела необходимость.

В июле 1956 г. в Лондоне состоялась Пятая международная конференция по свойствам водяного пара; в конференции впервые принял участие Советский Союз (делегация в составе Н. Б. Варгафтика, М. П. Вуколовича и В. П. Ромадина). Работы советских исследователей, доложенные на конференции, явились большим вкладом в науку, они вызвали значительный интерес и получили признание. По инициативе советской делегации было принято важное решение о необходимости создания в ближайшее время единых мировых таблиц термодинамических свойств водяного пара.

<sup>20</sup> А. М. Сирота и Д. Л. Тимрот. Экспериментальное исследование теплоемкости водяного пара в докритической области. «Теплоэнергетика», 1956, № 7.

Л. А. КАЛАШНИКОВ

ИЗ ИСТОРИИ РАБОТ ПО ФОТОГРАФИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ ЗВУКА  
В РОССИИ

Несмотря на важную роль звукозаписи, историческое развитие этой отрасли техники в нашей стране получило отражение только в небольшом количестве обзорных статей<sup>1</sup> или работ популярного характера.

В то же время предыстория и история развития техники записи звука охватывает, в общем, немалый период времени.

Идея о возможности сохранения звуков привлекала ученых еще в средние века. Необходимо отметить тот интерес, который проявлял виднейший ученый и мыслитель XIII в. Роджер Бэкон к возможности построить говорящую машину. Итальянский физик Порта (1589 г.)<sup>2</sup> считал, что «звук не исчезает бесследно и его можно как-то сохранить». Подобное мнение разделяли Кеплер (1634 г.), Сирено де Бержерак (1656 г.) и другие. Правда, эти высказывания были довольно наивными. Считалось, например, что можно поймать звук в трубу и закрыть ее, а затем, открыв трубу, вновь услышать звучавшее раньше, и т. п. Понятие о физических процессах, лежащих в основе анализа и синтеза звука, возникло уже в более позднее время.

Еще в 1761 г. Эйлер считал, что одним из крупнейших открытий было бы создание машины, которая могла бы подражать всем звукам и словам со всеми их оттенками; задача эта не казалась ему невозможной.

Интерес к этой проблеме был настолько велик, что вскоре, в 1779 г., Российской Академии наук даже объявила конкурс на воспроизведение звуков механическим путем. Премию, согласно условиям этого конкурса, получил академик Христиан Кратценштейн (1723—1795), которому удалось практически осуществить один из элементов процесса записи звука — синтез гласных звуков<sup>3</sup>. Личность Кратценштейна представляет несомненный интерес. Родом из Саксонии, он в 1748 г. прибыл в Петербург, где принимал участие в опытах Рихмана с атмосферным электричеством и занимался многими другими научными вопросами.

Ему удалось построить машину, способную воспроизводить гласные звуки человеческой речи. Известие об этом было напечатано в трудах Петербургской Академии наук в сентябре 1780 г.

<sup>1</sup> П. Г. Тагер. Из истории развития советского звукового кино. «Изв. АН СССР, сер. физич.», 1949, № 6; П. Г. Тагер. Роль отечественной науки в создании немого и звукового кино. «Искусство кино», 1949, № 2.; А. М. Мелик-Сепеани. Пути развития отечественной аппаратуры для фотографической записи звука. Сб. «Успехи научной фотографии», М., АН СССР, 1954, т. II; В. Вишневский. Русские изобретатели — предшественники кинематографа. «Искусство кино», 1949, № 4; Ю. Кущин. Звуковое кино. М., 1941; А. Ф. Шорин. Как экран стал говорящим. М., 1949.

<sup>2</sup> R. Štechmiller. Živá minulost naši techniky. Praha, 1954.

<sup>3</sup> Ch. Th. Kratzensteinii. «Tentamen. Resolvendi problema ab Academia Scientiarum Imperiali Petropolitana ad annum 1780. Publico propositum». «Труды Петербургской Академии наук», СПб., сентябрь, 1780.

Кратценштейн построил подобие механической гортани, в которой путем прохождения воздуха через различные, употребляя современную терминологию, фильтры, создавались звуковые колебания различной силы и высоты тона, подобные гласным звукам человеческой речи. Насадка в виде трубы неправильной формы, установленной в верхней части прибора, являлась сменной, и от ее размеров и конфигурации также зависел характер издаваемых звуков.

Интересно отметить, что оригинальный принцип синтеза звуков, использованный Кратценштейном, был уже в значительно более позднее время применен в звуковоспроизводящем аппарате, построенным С. Я. Либшицом, о чем будет сказано ниже.

Развитие точного приборостроения, успехи оптики, химии, электротехники во второй половине XIX в. сделали возможным появление первых, практически пригодных конструкций звукозаписывающих аппаратов. В конце XIX — начале XX в. определились три принципиально различных метода записи звука, из которых каждый, разумеется, значительно эволюционировал и применяется в настоящее время. Это — механический, фотографический, или оптический, и магнитный методы звукозаписи.

Исторически первым методом записи звука, получившим распространение, явился механический.

Первый звукозаписывающий аппарат, основанный на механическом методе записи и пригодный для практического использования, был построен Эдисоном в 1877 г. Это был фонограф, который быстро получил довольно широкое распространение. Но крупные принципиальные и конструктивные недостатки звукозаписывающей аппаратуры типа фонографа побуждали ученых и изобретателей продолжать как усовершенствование механического метода записи звука, так и поиски принципиально иных решений этой интересной задачи.

Применение фотографии для фиксации звуковых колебаний с возможностью их последующего синтеза было вторым периодом развития техники звукозаписи; работы в этом направлении велись в нескольких странах.

Изобретение гибкой прозрачной пленки русским фотографом Болдыревым в 1881 г.<sup>4</sup> и применение им этой пленки в фотографии оказались одной из необходимых предпосылок для осуществления фотографической звукозаписи.

Фундаментальные работы, определившие закономерность фотоэлектрического эффекта, лежащего в основе всех современных систем оптического воспроизведения звука, были проведены профессором Московского университета А. Г. Столетовым в 1888—1889 гг.<sup>5</sup>

Экспериментальным путем А. Г. Столетов обнаружил ряд важных особенностей фотоэффекта: безынерционность возникновения и прекращения тока в цепи фотоэлемента, зависимость силы тока от спектрального состава света, падающего на фотоэлемент, роль активизации поверхности фотокатода.

Работы А. Г. Столетова положили начало основным представлениям о закономерностях фотоэлектрических процессов.

Уже в 1889 г. появился проект прибора А. Виксцемского для фотографической регистрации звуковых колебаний<sup>6</sup>.

Наследники доктора медицины Адама Виксцемского запатентовали 6 ноября 1889 г. проект прибора, устройство которого хорошо видно на рис. 1. Приемником звука являлась вогнутая чашка *a*, к которой прикреп-

<sup>4</sup> И. Болдырев. Изобретения и усовершенствования, сделанные по фотографии. СПб., 1883.

<sup>5</sup> А. Г. Столетов. Актино-электрические исследования. ЖРФХО, часть физич., 1889, т. 21, вып. 7—8.

<sup>6</sup> Германский патент № 53641, класс 42g от 6 ноября 1889 г. Verfahren zur Herstellung von Phonogrammen. Erben des Dr. Med. Adam Wikszemski in Dorpat (Руцланд).

плялась мембрана *c*. При помощи шарнирно связанных между собой тяг *b* и *p* мембрана кинематически соединялась с цилиндрическим вогнутым зеркалом *S* таким образом, что колебания мембранны от действия звуковых волн вызывали поворот зеркала на некоторый угол вокруг горизонтальной оси.

Зеркало освещалось параллельным пучком света от источника света *L*, снабженного параболическими зеркалами *r* и *q*; лучи света отражались от зеркала и освещали вертикальную щель *I*, находящуюся на передней стенке светонепроницаемого ящика *W*. Внутри ящика находился вертикально вра-

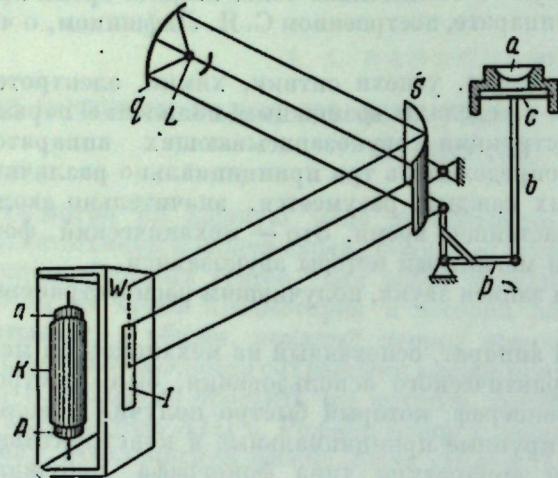


Рис. 1. Схема записи звука, предложенная А. Виксцемским.

няется в наши дни. Прибор Виксцемского устроством, специально предназначенным для фотографической записи звуков.

Дальнейшие работы в этом направлении связаны с именем П. Н. Лебедева, который занимался вопросами фотографической регистрации звука в 90-х годах XIX в. для демонстрации и графического анализа звуковых волн<sup>7</sup>.

Для этих экспериментов П. Н. Лебедев сконструировал специальный прибор, который может быть назван модулятором света (рис. 2). Прибор состоял из эbonитового рупора *T*, к которому прикреплялись два металлических кольца *R*<sub>1</sub> и *R*<sub>2</sub>. Между этими кольцами на болтах зажимался тонкий пробковый диск; легкое зеркало *S* (по типу, употребляемому в гальванометрах) было укреплено на пробковых пластинках *a*<sub>1</sub> и *a*<sub>2</sub>, прикрепленных к металлическому кронштейну *G*; нижний край зеркала соприкасался с пробковым выступом, составляющим одно целое с пластинкой (мембраной) *M*.

При колебании мембранны от звука зеркало поворачивалось на небольшой угол около демпфирующих пластинок *a*<sub>1</sub> и *a*<sub>2</sub>. Пружинное крепление кронштейна *G* давало возможность при помощи регулировочного винта производить юстировку системы и добиться параллельности плоскостей зеркала и мембранны. Лебедев отмечал, что эта деталь прибора являлась существенностью к некоторой деформации. Кроме того, фасонные вырезы в верхней и нижней частях кронштейна (хорошо заметные на чертеже) служили для

<sup>7</sup> П. Н. Лебедев. Прибор для проложения звуковых колебаний. ЖРФХО, часть физич., 1894, т. 26, вып. 7, стр. 290—293.

центрирования всей светомодулирующей системы и изменения расстояния от точки вращения ее до пяты.

Прибор укреплялся на массивном штативе, который допускал поворот всего устройства вокруг горизонтальной оси, а также мог перемещаться в вертикальном направлении.

Таким образом, П. Н. Лебедев, сохранив в общих чертах принцип записи, впервые предложенный Виксцемским, значительно развил конструкцию модулятора света; будучи блестящим физиком-экспериментатором, он продумал конструкцию своего прибора до мелочей. Вместо довольно громоздкой схемы связи мембранны с зеркалом у Виксцемского Лебедев просто и удачно разрешил этот вопрос, предусмотрев, как уже говорилось выше, эластичное крепление зеркала и возможность быстрой и удобной юстировки его. Применение пробки для мембранны также не было случайным выбором. Лебедев указывал, что пробковая мембраина обеспечивает такое конструктивное решение, при котором наименее сказывается вредное влияние собственного резонанса подвижной системы модулятора, чем достигается искаженная запись.

П. Н. Лебедев наблюдал изображение звуковых волн на неподвижном экране. Эти же изображения можно было фиксировать на светочувствительной бумаге. Так как в обоих случаях экран был неподвижным, нужно было прибегнуть к развертке изображения (рис. 3). Развертывающее устройство состояло из зеркальной призмы, которая в дальнейших опытах была заменена 12-гранным зеркальным барабаном, приводимым во вращение электромотором.

Модулятор света освещался пучком лучей, источником которых служил дуговой проекционный фонарь, показанный на рис. 3. Скорость вращения барабана или, иначе, частота развертки, выбиралась такой, чтобы развертываемая кривая имела достаточно удобный вид для визуального наблюдения или фотографирования.

Видоизменением этой установки Лебедева была схема с применением вращающегося барабана (рис. 4), на котором укреплялась фотобумага или кипопленка, для фотографической регистрации звука.

Последние схемы П. Н. Лебедева конструктивно уже вплотную примыкали к работам других исследователей начала XX в., к рассмотрению которых мы и приступим. Сам Лебедев, используя приборы подобного рода, получал графические изображения звуков различной силы, высоты, тембра, исследовал явления интерференции при произнесении гласных и согласных букв, пения, разговорной речи и т. д.

Дальнейшие труды русских изобретателей, работавших в области фотографической записи звука, были направлены на детальную разработку схем и устройств звуковоспроизведения.

29 ноября 1900 г. студент Московского высшего технического училища И. Л. Поляков получил привилегию на «Приспособление для изменения соп-

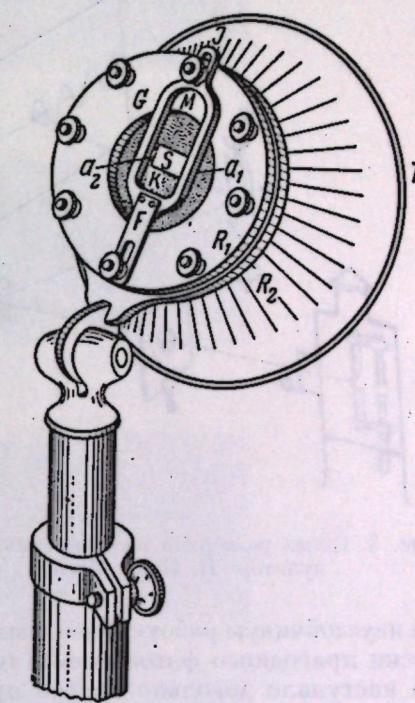


Рис. 2. Модулятор света  
П. Н. Лебедева.

противления цепи, применяемого к приемному аппарату для фотофона и фотогонографа»<sup>8</sup>.

Запись звука на равномерно движущуюся кинопленку производилась в приборе Полякова по уже известному способу. Модулятор света в аппарате Полякова имел конструктивное сходство с прибором Лебедева: луч света, отражаясь от зеркала и проходя через линзу, попадал на кинопленку, которая протягивалась в светонепроницаемом корпусе аппарата.

Новым здесь было, как указывалось в патенте, возможность получения позитива фонограммы, чем легко достигалось размножение оригинальной записи.

Главное внимание автор изобретения сосредоточил на звуковоспроизводящем устройстве своего аппарата. Это было особенно важным обстоятельством, так как до И. Л. Полякова вопрос о воспроизведении фонограмм, записанных фотографическим путем, никем, по существу, не был решен не только в России, но и за границей.

В патенте Виксцемского ничего не говорилось о воспроизведении звука, а Лебедев вообще не ставил перед собой подобной задачи.

Разрабатывая свой аппарат, И. Л. Поляков обращал внимание практически пригодного фотоэлемента тех лет. Понижение чувствительности у селена наступало довольно быстро при постоянном освещении одного и того же фотоэлемента. В своем аппарате Поляков применил два селеновых фотоэлемента, включенных в цепь телефона. Каждый из них поочередно освещался лучом света, проходящим через фонограмму при помощи особого качающегося зеркала, приводимого в движение электромагнитным устройством в одном варианте прибора и часовом механизмом — в другом.

Таким образом, звукозаписывающий прибор И. Л. Полякова был первым, где все звенья тракта (запись — воспроизведение звука) были представлены полностью и достаточно четко конструктивно оформлены.

Безусловно, все предшествовавшие этому изобретению работы способствовали осуществлению этой сравнительно законченной конструкции звукозаписывающего аппарата.

Следующая работа — прибор, построенный московским физиком С. Я. Лифшицом в 1909—1910 гг. и названный им «фотофоном», — явилась

<sup>8</sup> Русская привилегия № 8010 от 29 ноября 1900. Приспособление для изменения со- противления цепи, применяемого к приемному аппарату для фотофона и фотогонографа. И. П о л я к о в. Американский патент № 680614 от 17 июля 1900 г. Photophonograph—Photophone or similar device. Joseph Poliakoff.

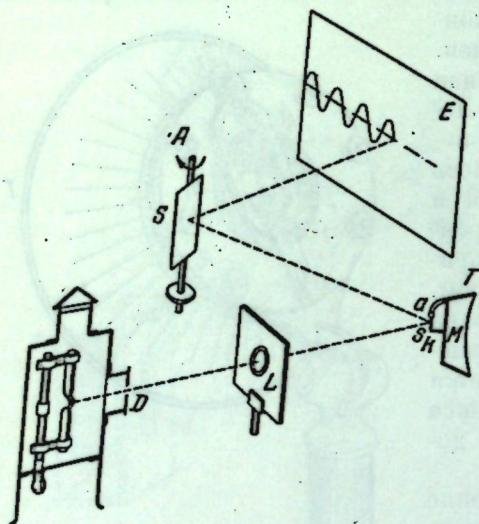


Рис. 3. Схема развертки изображения в модуляторе И. Н. Лебедева.

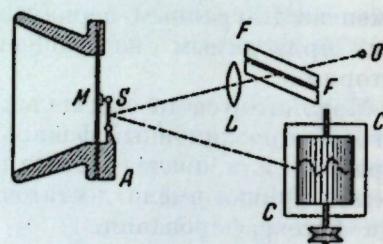


Рис. 4. Схема модулятора И. Н. Лебедева с вращающимся барабаном.

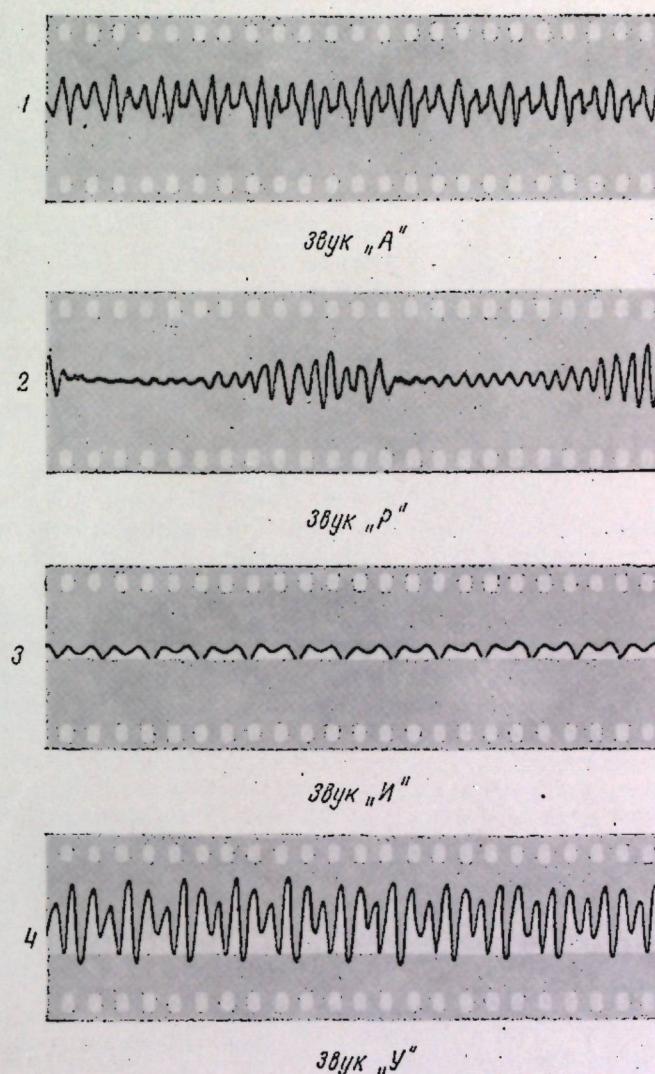


Рис. 6. Отдельные куски фонограммы.

в некотором отношении дальнейшим развитием прежних конструкций (в тракте записи) и содержала совершенно новое звуковоспроизводящее устройство<sup>9</sup>.

Процесс модуляции света и записи звука на движущуюся пленку осуществлялся механическим устройством (рис. 5). Этот узел аппарата имел много общего с ранее рассмотренными нами конструкциями.

Тонкая и чувствительная металлическая мембрана  $M - M$  имела форму круглого диска и при помощи выступа передавала свои колебания маленькому и весьма легкому зеркальцу  $L$ , которое было шарнирно укреплено на оправе мембранны.

Крепление мембранны в процессе экспериментов удалось выбрать таким, чтобы свести к минимуму собственный резонанс системы и сделать эти колебания возможно более затухающими.

Звуковые волны улавливаются рупором, находящимся перед мембранны, и приводят зеркальце в колебательное движение. Зеркальце  $L$  освещается узким пучком  $S$  параллельных лучей света, источником которого являлась лампа накаливания с конденсатором, наподобие проекционного фонаря. Лучи, отражаясь от зеркала, падают на кинофильм  $Q - R$ , которая равномерно протягивается перед своим окошком. Светомодулирующая система юстируется таким образом, чтобы колебания светового зайчика на пленке были перенесены направлению ее движения.

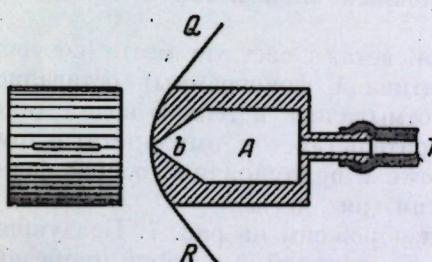


Рис. 5. Механическое устройство С. Я. Лифшица для модуляции света и записи звука на движущуюся пленку.

В результате действия звуковых волн, образующихся при произнесении каких-либо звуков перед рупором мембранны, последняя приходит в колебательное движение вместе с зеркальцем; падающий на кинофильм луч света чертит на ней кривую, каждый участок которой графически изображает силу и тембр того звука, который в данный момент возбуждает мембранны.

На рис. 6 приведены фотографии отдельных кусков фонограммы в натуральную величину, показывающие характер кривой, соответствующей различным звукам человеческой речи.

При сравнении этого способа записи с механической записью на фонографе или граммофоне становится очевидным ряд выгодных отличий, вызванных самим принципом записи. Во всех приборах механической звукозаписи сопротивление материала записи (восковой массы) резанию препятствовало получению фонограммы достаточно высокого качества, а ограничение амплитуды вследствие большой жесткости системы «мембрана-резец» ограничивало предел громкости воспроизводимых звуков.

<sup>9</sup> С. Я. Лифшиц. Воспроизведение звуковой кривой, записанной фотографическим путем. ЖРФХО, часть физич., 1910, вып. 5; С. Я. Лифшиц. Фотография звука. «Вестник фотографии», 1910, № 4.

Примененный в фотофоне пишущий элемент — луч света — был, очевидно, свободен от подобных явлений. В то же время схема оптической записи позволила благодаря геометрическому расположению отдельных узлов получить высокую чувствительность прибора в целом. Это было достигнуто сравнительно большим линейным перемещением пишущего светового штриха на пленке при малом угловом отклонении зеркала.

Так, например, были произведены записи разговора обычным голосом на расстоянии свыше 10 м от аппарата. На практике ширина светового штриха была выбрана порядка 0,1 мм, а конструкция модулятора света выполнена таким образом, что при неподвижной мембране (при отсутствии звуков) световой штрих вовсе не освещал пленку, задерживаясь непрозрачным экраном, установленным перед пленкой и закрывающим около половины ее ширины. При колебании мембранны и отклонении зеркала луч света выходил за край экрана и попадал на пленку, образуя на ней скрытое изображение в виде криволинейной огибающей, ограниченной с одной стороны прямой линией (рис. 6—3).

Автоматическое прекращение модуляции в паузах играло чрезвычайно важную роль, которая в те годы не могла быть по достоинству оценена.

Соблюдение режима записи подобного рода обеспечивало уменьшение шума при воспроизведении и в настоящее время широко применяется в каждой аппаратуре оптической звукозаписи, хотя, конечно, методы получения такого же эффекта в наши дни совершенно иные (обесшумливающие заслонки, автоматически уменьшающие ширину фонограммы, и т. п.).

Наиболее оригинальной оказалась схема воспроизведения фотофона. Эта задача была решена путем модуляции струи воздуха или другого сжатого газа фонограммой с имеющимися в ней фигурыми прорезами.

После обычной фотографической процедуры фонограмма на негативной пленке имеет вид темной кривой. С негативной пленки производится печатание на позитивную кинофильм, эмульсионный слой которой состоит из хромированной желатины.

Эта желатина задубливалась от действия света, а светлые места (соответствующие модулированным участкам негативной фонограммы) оставались незадубленными, т. е. растворимыми и отмывались в теплой воде. Далее позитивная пленка погружалась в растворитель (ацетон, амилацетат и тому подобные вещества). После такой обработки в целлулоидной основе фонограммы образовывались фигуры отверстия (рис. 6—4).

Детали воспроизводящего устройства изображены на рис. 7. Воздушная камера *A* соприкасается с пленкой выпуклой стороной, в которой прорезана узкая (около 0,1 мм) щель *b*. В задней части камеры имеется штуцер, при помощи которого по трубке *T* в камеру подается сжатый газ под давлением в несколько десятых атмосферы. Длина щели *b* выбиралась из расчета максимального отклонения светового штриха при модуляции.

Пленка *Q* — *R* во время движения плотно прилегала к выпуклой поверхности камеры и изменяла таким способом сечение струи проходящего газа, в результате чего создавались звуковые колебания.

Эти звуки в дальнейшем усиливались акустическим путем при помощи рупора.

В этом виде аппарат обеспечивал слышимость воспроизведения в аудитории на несколько сот человек. Таким образом, в фотофоне была впервые решена проблема громкоговорящего воспроизведения.

Прибор демонстрировался с большим успехом 25 февраля 1910 г. на заседании Русского фотографического общества в Москве<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> С. Я. Лифшиц. Фотография звука. «Вестник фотографии», 1910, № 4.

Автор конструкции допускал возможность использования стальной ленты в качестве фонограммы. Она могла выдержать давление газа в несколько атмосфер и, таким образом, значительно увеличить громкость звука при воспроизведении. Интересно отметить, что на этот путь стала в 1919 г. группа сотрудников Научно-технического отдела ВСНХ во главе с И. В. Устиновым, которые работали над созданием установки, специально предназначеннной для усиления звуков<sup>11</sup>.

Основной характерной чертой всех рассмотренных нами проектов и конструкций звукозаписывающих аппаратов был общий метод получения оптической фонограммы. Независимо от деталей конструкции модуляция осуществлялась путем изменения геометрических размеров луча света, в результате чего фонограмма имела вид характерной зубчатой кривой. Позже эта запись получила наименование поперечной или трансверсальной записи.

Другая общая черта всех приборов состояла в чисто акустическом методе воздействия на пишущий элемент (световой луч), что конструктивно жестко связывало приемник звука (мембрану) со всем устройством в целом.

Поэтому следует подробнее остановиться на описании способа и аппарата для фотографической записи звука, которые существенно отличались от всех прежних решений этой задачи.

1 июня 1912 г. Я. Гизе запатентовал устройство для записи звука, обнаружив при этом оригинальный и новый подход к проблеме фотографической записи<sup>12</sup>. Схема аппарата Гизе показана на рис. 8.

Блок записи (рис. 8, а) состоит из двух электрических цепей *B<sub>1</sub>MC<sub>1</sub>* и *B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>L* и кинофильма, на которой производится запись.

Первичная цепь *B<sub>1</sub>MC<sub>1</sub>* включает источник постоянного тока *B<sub>1</sub>*, микрофон *M*, первичную обмотку трансформатора *C<sub>1</sub>*. Вторичная обмотка этого трансформатора *C<sub>2</sub>* включается в цепь *B<sub>2</sub>C<sub>2</sub>L*, где *L* — источник света (по предположению конструктора — лампа накаливания).

Вторичная цепь также имела источник тока *B<sub>2</sub>*. Пленка во время записи движется с равномерной скоростью перед источником света с подающей кассеты *K<sub>1</sub>* на принимающую *K<sub>2</sub>*. Кассеты выполняются в виде светоизлучающих конструкций, и лишь при протягивании пленки перед лампой на нее падает полоса света в форме тонкого штриха, расположенного поперек направления движения пленки. Для этой цели на пути между источником света и звуконосителем (т. е. пленкой) ставится экран *P*, в котором прорезана узкая щель. При прохождении звуков перед микрофоном и изменении тока в микрофонной цепи во вторичной цепи также индуцируются токи, вызывающие изменения яркости лампы *L*. При надлежащем подборе параметров схемы и правильном выборе коэффициента трансформации можно добиться значительного увеличения чувствительности схемы по сравнению с непосредственным включением лампы в микрофонную цепь.

Каждое усиление или ослабление света лампы фиксируется фотографическим путем на кинофильме в виде получающейся на нем после проявления полосы с различной степенью плотности. Интенсивность покраснения отдельных участков фонограммы соответствует изменениям света лампы, вызванным действием усиленных микрофонных токов.

Другой вариант схемы записи (рис. 8, б) характеризуется непосредственным включением источника света *L* в цепь батареи *B* и микрофона *M*.

Изобретатель указывал на необходимость возможного уменьшения ширины пишущего светового штриха для улучшения качества записи. Эта мысль

<sup>11</sup> Центр. архив Мин-ва угольной пром-сти СССР, ф. ВСНХ ИТО, 1919, д. 379, лл. 2, 6; д. 326, л. 3.

<sup>12</sup> Русская привилегия № 27649 от 1 июня 1912 г., класс 42 д. Способ и аппарат для производства записи звуковых колебаний и воспроизведения их с применением движущейся светочувствительной поверхности Я. Гизе.

свидетельствует о ясном понимании физических процессов записи звука с точки зрения связи линейных размеров пишущего элемента с длиной волны записываемого звука.

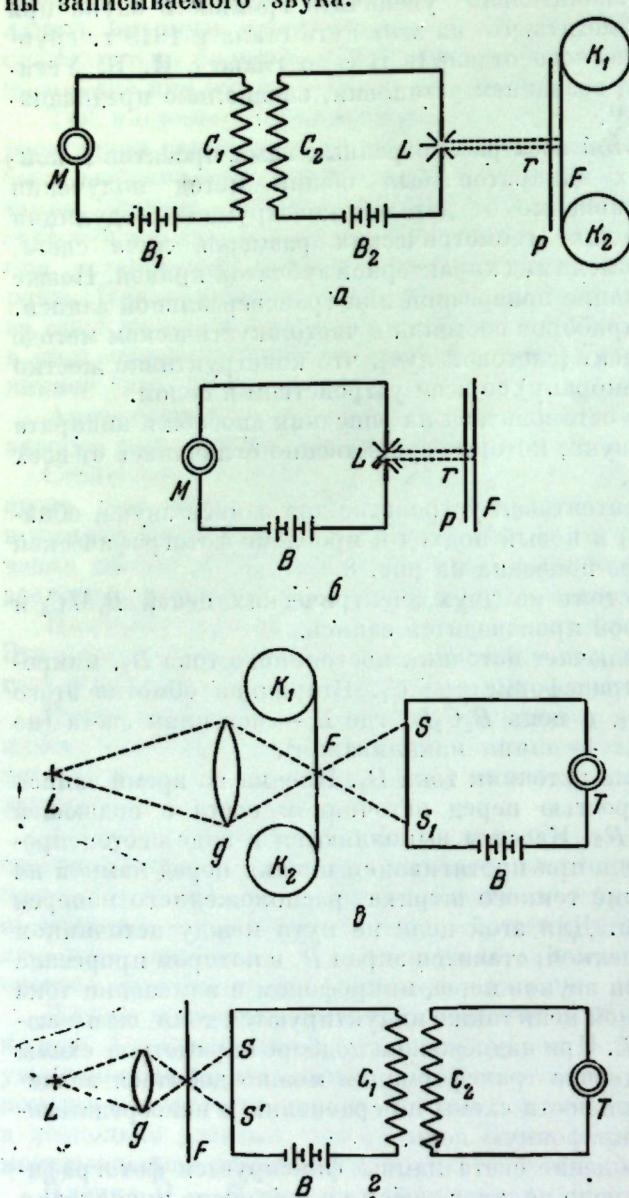


Рис. 8. Схема аппарата Гизе

скольких лет для производства звуковых кинокартин в нашей стране.

Системы интенсивной фотографической звукозаписи, принципы которой были впервые применены Гизе, стали в последующие годы предметом работ Ежова, Коваленкова, Гольдмана, Машковича, Смирнова, Охотникова и др.

Однако только П. Г. Тагеру удалось создать систему звукового кино, использовавшую метод интенсивной записи звука — «Тагефон». Эта система также ширококо применялась в Советском Союзе, и многие наши кинокартини, выпущенные в начале 30-х годов, имели фонограмму, записанную аппаратурой П. Г. Тагера.

Подробный анализ этих исследований выходит за рамки настоящей статьи и является темой самостоятельной работы.

Схема аппарата для воспроизведения звука (рис. 8, б) включала источник света  $L$ , селеновый фотоэлемент  $SS_1$  и телефон  $T$ .

Для увеличения чувствительности воспроизводящего устройства телефон мог включаться в цепь фотоэлемента через повышающий трансформатор  $C_1 - C_2$  (рис. 8, г).

Подводя итог изложенному, можно сказать, что в аппарате Гизе имелись все основные черты фотографической записи звука по так называемому способу фонограммы неравнинной плотности, или, как его стали называть позже, интенсивному способу фотографической записи.

Работы А. Виксцемского, П. Н. Лебедева, И. Л. Полякова, С. Я. Лифшица получили свое дальнейшее развитие в усовершенствовании техники поперечной записи звука, которой занимались в СССР Казанский, Синесаренко, Розинг, Шапироуский и многие другие исследователи.

Первый практически пригодный комплекс аппаратур для звукозаписи этим методом был создан в результате работ А. Ф. Шорина с сотрудниками в начале 30-х годов и широко применялся в течение не-

## ДИСКУССИИ И ОБСУЖДЕНИЯ

Э. КОЛЬМАН

### О ПРИНЦИПАХ ИЗЛОЖЕНИЯ ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ

Изложение истории математики требует, прежде всего, определения тех принципов, которые следует положить в основу этой работы. Хотя единственным научным способом изучения истории математики является марксистский диалектический метод, но этот метод нельзя рассматривать как «отмычку», открывающую для познания все двери. В своем абстрактном виде материалистическая диалектика не может и не должна подменять частные методы исследования отдельных конкретных наук, решать возникающие в этих науках специфические вопросы. Поэтому и при изложении истории математики необходимо прежде всего конкретизировать в применении к этой науке общие положения марксистского метода. Это значит, что нужно ответить на многочисленные разнообразные и сложные вопросы, которые не смогли удовлетворительно разрешить историки математики, стоявшие на идеалистических и метафизических позициях.

Достаточно ознакомиться с высказываниями видных современных буржуазных ученых, например Хиса<sup>1</sup> и Лория<sup>2</sup>, чтобы убедиться в том, что именно отсутствие подлинно научной методологии не дает им возможности найти ответ на формулируемые ими, волнующие их вопросы, как то: что является предметом математики? Откуда начинается ее история? На какие периоды следует делить ее историю и на каком основании проводить это деление? Нужно ли вести изложение истории математики исключительно хроологически или надо также учитывать развитие идей, или влияние отдельных ученых, или то и другое? В какой пропорции необходимо сочетать элементы исторический и специально-научный, биографические данные и анализ идей? Допустимо ли выдвигать отдельные гипотезы, чтобы заполнить неизбежные пробелы? Следует ли уделять место освещению научных ошибок? Развивалась ли математика в каком-то постоянном направлении?

Читатель заметит, что среди этих вопросов, важных самих по себе, отсутствуют другие, не менее важные, такие, как характер связи между историей математики и развитием производительных сил и производственных отношений общества; связь между историей математики и историей естествознания, техники, философии; стимулы математического творчества и т. д. Все это

<sup>1</sup> T. L. Heath. A History of Greek Mathematics, vol. I, Oxford, 1921.

<sup>2</sup> Gino Loria. Guida allo studio della storia delle matematiche. Milano, 1946.

вполне понятно, принимая во внимание исходные позиции указанных выше авторов (Хиса и Лориа), их понимание развития математики и вообще науки, как филиации идей — «свободного» развертывания одних идей из других.

Не ставя себе целью исчерпывающе осветить все принципы, от которых, как нам кажется, необходимо отираваться при изложении истории математики, мы все же попытаемся здесь представить вкратце важнейшие из них. Исходя из значения математики для практической деятельности человека, понимаемой в самом широком смысле, из определения предмета математики и ее особого, крайне абстрактного характера, выяснив материальные корни происхождения первичных математических понятий и общественные основы ее развития, мы определим место математики среди других наук; проанализируем, как именно влияют общественные факторы на математику, отметим диалектический характер ее развития, присущие ей внутренние законы развития и вытекающую из этого внутреннего развития историческую периодизацию с ее важнейшими особенностями. Разумеется, что при подобном изложении дело идет лишь о схеме, о программе, которая должна быть подкреплена конкретным материалом. Статья не претендует на то, чтобы сказать что-либо «новое» — достаточно, если удастся обобщить известное.

\* \* \*

Огромное значение математики для практики общепризнано. Без математического метода современная техника не могла бы существовать. Но математика оказывает величайшую пользу человеку не только тем, что ее сложные, высоко развитые разделы широко применяются в естественных науках, создающих теоретическую основу для техники. Ежечасно, на каждом шагу мы прибегаем к ее простейшим понятиям, к числу и мере. Эти логически простейшие понятия были вместе с тем и исторически первичными: с них математика начиналась.

Математика — одна из самых древних наук; ее исходные понятия возникли при самом зарождении человеческого мышления. И с самого начала и на протяжении всей своей многотысячелетней истории математика имела своей задачей познание действительного мира, ради подчинения его целесообразной деятельности человека. Как и все другие науки, математика всегда служила и служит прежде всего делу улучшения материальных условий жизни общества, производственной деятельности человечества, его культуре и прогрессу — в классовом обществе прежде всего в интересах господствующих классов.

Предметы и явления окружающего нас материального мира, частью которого мы являемся, можно считать и измерять. Каждый из пальцев нашей руки отличается от других пальцев, однако все они имеют то общее, что они — пальцы. Отвлекаясь от их различий, мы представляем их себе как однородные части целой совокупности (пальцев руки), как находящиеся в количественном отношении между собой, мы считаем их. Когда мы измеряем длину стола, мы опять-таки делим ее (мысленно) на однородные части, например, сантиметры. Так, путем отвлечения от качественных различий познаются нашими количественные отношения предметов и явлений материальной действительности. Изучение этих количественных отношений входит в предмет математики.

Но поскольку первоначально «количество» понималось лишь как дискретное соотношение, мы должны пополнить определение математики так, чтобы оно охватило и непрерывные пространственные соотношения, сказав, что «математика имеет своим объектом пространственные формы и количественные отношения действительного мира». Это научное определение математики было дано Ф. Энгельсом в «Анти-Дюринге»<sup>3</sup> в 1877 г.

<sup>3</sup> Ф. Энгельс. Анти-Дюринг. Изд. 1952, стр. 37.

Пространственные формы и количественные отношения материальной действительности — это не только величины и числа, но и значительно более сложные отношения.

На протяжении веков развивалась познавательная деятельность человека. Она создавала все более отвлеченные и глубокие понятия количественных отношений действительности. Так расширялось понятие числа, усложнялось понятие протяженной величины. Как и все в мире, предмет математики неустанно развивается и может быть правильно понят лишь исторически. При этом он развивается своеобразно, в соответствии с абстрактным характером математики.

Математика принадлежит к самым абстрактным наукам. В действительности все вещи обладают не только количественными отношениями и пространственными формами, но и качеством. Однако, чтобы познать количественные отношения вещей, чтобы сосчитать эти вещи, мы мысленно делаем неприменимыми все их качества, а затем отбрасываем их, отвлекаемся от них — даже от пространственной формы вещей. Так же мы поступаем и тогда, когда изучаем пространственные формы вещей. Значит, в математике процесс абстракции идет дальше, чем, например, в механике, где, правда, отвлекаются от большинства качеств вещей, но сохраняют все же массу тела и время.

Математика имеет предельно абстрактный характер, ее метод состоит в отображении количественной стороны явлений, а поэтому — в отвлечении от всех качеств вещей. Ее понятия в своем историческом развитии поднимаются на все более высокие ступени абстракции. Она является результатом длительной абстрагирующей работы человеческого мышления, показателем его громадных успехов.

Основные понятия математики, например натуральные числа 1, 2, 3, 4..., точки, прямые, плоскости, получены при помощи абстракции из реальных предметов, их свойств и отношений. Миллиарды раз повторявшимся наблюдением над отношениями между действительными вещами были получены и основные начальные положения арифметики и геометрии, называемые аксиомами. В том, что «величины, равные одной и той же величине, равны между собой», сотни поколений убедились на практике, прежде чем это было признано аксиомой или вошло в определение «величины». Люди пришли к этим основным понятиям и положениям, отправляясь в конце концов от чувственно-наглядного опыта, идя от частного к общему. Но когда эти абстракции были созданы, не было больше необходимости прибегать всякий раз вновь к изучению действительных предметов. Новые математические положения можно было теперь выводить из этих абстракций чисто логические идя обратным путем от общего к частному.

То обстоятельство, что в процессе математических вычислений и доказательств нет необходимости обращаться каждый раз непосредственно к материальной действительности, дало повод к идеалистическому истолкованию математики. Как отмечал Ленин в «Философских тетрадях», образование абстракций не только дает возможность познать действительность глубже и точнее, но и содержит в себе опасность отрыва мысли от действительности<sup>4</sup>. Став на этот путь, человек склонен односторонне преувеличенно раздувать отдельные черты действительности; он перестает понимать ее развитие. Этот метафизический и идеалистический способ мышления закрепляется затем эксплуататорскими классами, либо он содействует утверждению их господства.

Между тем математика имеет вполне реальный, материальный источник и, как все другие науки, она развивается на основе производственно-практической деятельности людей. Развитие производительных сил и производ-

<sup>4</sup> В. И. Ленин. Философские тетради. Изд. 1947, стр. 308, 330.

ственных отношений общества определяло собой и развитие математики. Из практических потребностей техники и естествознания возникли новые, математические проблемы, а иногда и новые ветви математики. Так, например, в XVII в. потребности механики и астрономии вызвали к жизни аналитическую геометрию, а в дальнейшем — и анализ; механическая задача о колебании струны привела сначала к дифференциальным уравнениям в частных производных с краевыми условиями, а затем к пересмотру понятия функции и созданию новой ветви математики, к теории функций действительного переменного; благодаря электротехнике было создано операторное исчисление, атомная физика сделала необходимым развитие ранее созданных неэвклидовых геометрий, гиперкомплексных чисел и т. д. и т. п.

Зависимость развития математики от общественных факторов не следует, однако, понимать упрощенно. Нельзя считать, будто математика получает на каждом этапе своего развития «социальный заказ», будто техника, экономика, философия в одинаковой мере и во все исторические периоды в одинаковой степени определяют ее развитие.

Зависимость развития математики от развития экономики и техники мы можем проследить лишь тогда, когда будем рассматривать ее в длительные периоды времени. Для таких периодов кривая развития математики в основном будет идти параллельно кривой развития экономики. Но если мы станем изучать более короткие периоды, то увидим, что от этого основного направления, диктуемого экономическим развитием, кривая развития математики иногда отклоняется то в одну, то в другую сторону, образуя зигзаги. Эти отклонения вызываются тем, что математика связана с материальной основой общества в значительной степени не непосредственно, а опосредованно. Поэтому развитие математики действует не только экономика, техника и естествознание, но и вся идеологическая надстройка общества, в особенности господствующая в нем философия.

Но имеется и другая причина, вызывающая отклонения развития математики от общего направления, определяющегося развитием экономики. Как всякая другая наука, математика, создав свои понятия и законы, получила возможность развивать их относительно самостоятельно. При этом вследствие ее крайне абстрактного характера у математики эта возможность больше, чем, например, у физики. Иногда даже на протяжении веков некоторые математические абстракции живут с виду самостоятельной жизнью, не получая заметного практического применения. Так, например, теория конических сечений, созданная еще древними греками, лежала затем «под спудом» и стала применяться в естествознании через два тысячелетия с созданием новой механики и астрономии. Но и разработка таких разделов содействует развитию других, имеющих непосредственные выходы в практику. Таково, например, положение теории чисел (учения о свойствах целых чисел), высшие разделы которой лишь незначительно применяются на практике. Однако эта теория имеет некоторое значение внутри самой математики.

Абстрактный характер математики определяет и ее место среди других наук. Качественные отношения и пространственные формы, которые она получает, имеются не только в природе, но и в обществе. Поэтому математический метод охватывает весьма широкую область. При помощи того же числа «пять» мы одинаково можем сосчитать пальцы на руке, и звезды, и революции, и мысли. Но различные науки применяют математический метод в различной степени. Чем ниже форма движения, к которой принадлежат изучаемые явления, тем легче они поддаются изучению при помощи математического метода<sup>5</sup>. Поэтому математический метод играет такую большую роль в физике,

<sup>5</sup> Здесь мы имеем в виду лишь те формы движения, которые, начиная с механического, вошли в классификацию Энгельса. Что же касается движения, изучаемого квантовой фи-

значительно меньшую — в биологии и еще меньшую — в общественных науках. Однако это обстоятельство не может служить оправданием того, что некоторые биологи и экономисты отказываются от применения математического метода под предлогом опасения «сведения» качественных закономерностей к количественным.

В таких науках, как механика, геометрическая оптика, кристаллография, графическая статика или небесная механика математический метод имеет особо важное значение. Их принято называть математическими науками. Но и в этих науках математический метод выступает лишь как вспомогательный, он не может подменить собой конкретные методы этих наук. Его можно применить только после того, как для него все подготовлено, когда все качественные связи уже выяснены, вследствие чего наступает возможность раскрыть их с количественной и пространственной стороны. Математический метод выступает на сцену лишь после анализа по существу, который, как бы сравнительно краток он ни был, не может вестись математическим методом, а ведется специфическим методом данной науки. Поэтому не может быть и речи о том, чтобы эти науки растворились когда-либо в математике.

Математика, также как и естествознание, не входит ни в экономический строй общества, ни в политические, правовые, религиозные, художественные, философские взгляды и учреждения общества. Но математика прежде всего зависит от них, а затем, в свою очередь, влияет на их развитие. Общеизвестно, что новая математика родилась с революцией в естествознании, которая произошла под влиянием быстрого развития техники при капитализме. Ее применение затем неизменно ускорило процесс развития всей экономико-технической базы капитализма, а, следовательно, и всей капиталистической системы в целом. Буржуазные историки математики чаще всего отмечают лишь это вторичное, обратное влияние. Они, как заметил Энгельс, «до сих пор выставляют напоказ только то, что производство обязано науке; но наука обязана производству бесконечно большим»<sup>6</sup>.

В то время как идеологическая надстройка общества после крушения данного экономического базиса постепенно начинает отмирать, истины математики сохраняются, проявляя чрезвычайную устойчивость. Хотя так называемая теорема Пифагора была открыта при рабовладельческом общественном укладе, она не потеряла своей истиности при укладах, сменивших его — феодализме и капитализме. Эта теорема остается верной и при социализме. Вместе с тем, с развитием математики меняется подход к тому или другому понятию, теореме или даже к целому разделу математики. Та же теорема Пифагора оказывается верной лишь в определенных рамках — для евклидовой геометрии. Меняется способ доказательства теоремы, ее место и значение в науке, иногда интерес к ней может потеряться, но она не перестанет быть истинной, если верно, объективно отражает отношения материального мира.

Хотя математика и не является классовой наукой, общественные факторы определяют ее развитие, причем они воздействуют по-разному на отдельные составные части математики. Математика включает в себя: 1) основные понятия и аксиомы отдельных ее частей; 2) термины и символы; 3) методы решений задач, вычислений, построений, доказательств; 4) теоремы и теории; 5) гипотезы — пока недоказанные положения, и нерешенные проблемы; 6) логико-философское обоснование ее основных понятий; 7) методы практических приложений. Все эти составные части математики подвижны, взаимосвязаны; все они в процессе исторического развития меняют объем и содержание.

5 Здесь мы имеем в виду лишь те формы движения, которые, начиная с механического, вошли в классификацию Энгельса. Что же касается движения, изучаемого квантовой фи-

6 Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1955, примеч. на стр. 146.

Материальные потребности общества, задачи, которые преследуют господствующие классы, оказывают значительное влияние как на постановку математических проблем, так и на выбор области приложений. А общественная идеология, мировоззрение оказывают решающее, определяющее влияние на философские вопросы обоснования математики, на их истолкование. Оно может быть материалистическим или идеалистическим, диалектическим или метафизическим, являясь не только составной частью математики, но и составной частью идеологии того или другого класса. Но и история математики истолковывает одни и те же исторические факты (например, о возникновении математики как теоретической науки в древней Греции) зачастую в диаметрально противоположном смысле, объясняя их в зависимости от своих классовых установок, по-своему делая из них соответствующие выводы.

Как и все существующее в природе, обществе и мышлении, математика развивается диалектически, путем борьбы внутренних противоположностей. В знаменитой работе «К вопросу о диалектике» Ленин писал: «Едиство (совпадение, тождество, равнодействие) противоположностей условно, временно, преходяще, релятивно. Борьба взаимоисключающих противоположностей абсолютина, как абсолютио развитие, движение»<sup>7</sup>. Эти противоположности, заложенные в самом существе математики, составляют целую сеть: единичного и множественного, прерывного и непрерывного, конечного и бесконечного и т. д. Они отражают объективные противоположности материального мира, а поэтому, хотя и разрешаются в ходе исторического развития, они появляются вновь и вновь. Полное математическое познание достигается лишь в их единстве. Так, уже простейшее предложение, например, «квадрат есть многоугольник» содержит противоположность. Здесь «многоугольник» общее, между тем как «квадрат» частное. И, хотя общее противоположно частному, эти противоположности здесь отождествлены, т. е. здесь налицо противоположность общего и частного.

Но в математике содержат противоположность не только отдельные предложения. Во взаимной противоположности развиваются и целые ее ветви. Например, противоположность между арифметикой и алгеброй, с одной стороны, и геометрией и анализом — с другой, проявляется на всем протяжении истории математики: преобладание то арифметических, то геометрических методов сменяется их взаимопроникновением, чтобы дать место новой ступени борьбы этих противоположностей.

История математики совпадает с логическим развитием математического познания, но лишь в конечном счете. Новые задачи ставят перед математикой прежде всего практика. Поэтому математикам зачастую приходится заниматься вопросами большой логической сложности в то время, когда многие элементарные вопросы еще остаются нерешенными.

Развиваясь в конечном счете в зависимости от развития экономики, техники и естествознания и находясь в области философских вопросов своего обоснования под определяющим влиянием господствующей в обществе идеологии, математика совершает вместе с тем свое поступательное историческое движение по своим внутренним законам, сохранивая некоторую относительную самостоятельность. Понятно, что эти внутренние законы вытекают из самого существа математики, из предельно абстрактного характера ее предмета и метода.

Абстрагирующая деятельность человека развивается исторически, поднимается с одной ступени на другую, более высокую, более отдаленную от конкретной материальной действительности, а поэтому как раз и способную глубже познать ее. Этот подъем на все более высокие ступени абстракции совершается вследствие потребностей техники, материального производства.

<sup>7</sup> В. Ильин. Философские тетради. Изд. 1947, стр. 328.

На протяжении всей истории математики ее абстракции, после того как они зародились, прошли три последовательных ступени. Соответственно этому мы различаем и четыре периода развития математики. И хотя хронологически эти периоды не совпадают с периодами развития естествознания, известное соответствие между ними может быть установлено.

Первый период — зарождение математики — охватывает время от возникновения самых первичных понятий количества и пространственных форм до превращения математики в науку, т. е. примерно до VII в. до н. э. Этот период относится к общественному укладу первобытного строя и к началу рабовладельчества.

Второй период — постоянных величин — обнимает развитие арифметики, алгебры и элементарной геометрии до создания в первой трети XVII в. аналитической геометрии. Этот период начинается с рабовладельческого общества, включает феодализм с присущим ему застоем и начальные стадии капитализма.

Третий период — переменных величин — характеризуется, в первую очередь разработкой прежних математических дисциплин, построением классического анализа и продолжается до открытия неевклидовой геометрии. Этот период совпадает со стадией «мирного», восходящего развития капитализма.

Четвертый период — переменных отношений — включает продолжение разработки дисциплин предыдущих периодов и выделение новых ветвей математики (функционального анализа, топологии, алгебр, геометрий). Этот период падает на последние две трети XIX в., затем на эпоху последней империалистической стадии капитализма и эпоху пролетарской революции и социализма. В этот период в странах капитала математика, подобно естествознанию, претерпевает кризис своего философского обоснования.

Каждая последующая ступень абстрактного мышления знаменует собой новый период развития математики. Подъем с одной ступени абстракции на другую представляет собой весьма длительный процесс, имеющий, однако, заметную тенденцию к ускорению: периоды развития математики все более укорачиваются. Всякий раз новая ступень зарождается в недрах старой, и даже тогда, когда элементы новой ступени уже созданы, совершившийся скачок еще не скоро осознается большинством математиков, связанных интересами привычного мышления. Возьмем вариационное исчисление — первый элемент новейшего, длящегося и ныне периода переменных отношений. Оно зародилось еще при возникновении анализа, когда Ньютона решил задачу о форме тела вращения, обладающего наименьшим сопротивлением при движении в жидкости. Но даже после того, как с созданием Лобачевским неевклидовой геометрии окончательно оформился новый период развития математики, потребовалась еще треть века, пока было осознано его значение.

Все большее и большее расширение области исследования, а вместе с тем восхождение ко все более высоким ступеням абстракции составляет главный внутренний закон развития математики. Но появление новой ступени абстракции не означает, что созданные на предшествовавших ступенях разделы перестают дальше разрабатываться. Чаще всего они, наоборот, получают новые стимулы со стороны только что возникших разделов. Правда, иногда некоторые понятия, положения или методы прежних периодов теряют актуальность. Но бывает и так, что к времени позабытым разделам вдруг возвращаются вновь, энергично развиваются их, исходя из новых точек зрения, и находят для них важное применение. Так, например, китайский математик Ши Иге-лии предложил в 1941 г. новый метод приближенного решения алгебраических уравнений высших степеней, использовав методы, представлявшие уже давно, какказалось, лишь исторический интерес (алгорифм Эвклида). Он осмыслил их заново с современной точки зрения (теории матриц).

Наряду с главной тенденцией к все большей абстракции в математике существует как некоторая реакция на нее и противоположная тенденция к большей конкретности математики, к оживлению геометрии. В результате этой тенденции возникли, например, так называемые качественные<sup>8</sup> методы в теории дифференциальных уравнений и в вариационном исчислении, операционное исчисление, геометрические методы в теории чисел и в особенности векторная алгебра, векторный и тензорный анализ, целостные и счислительные методы в геометрии.

Новые теоремы, теории и методы рождаются в математике, как мы уже отметили, прежде всего потому, что они нужны для решения проблем, которые выдвигает перед математикой практика. Вместе с тем, как только возникает известная система понятий, появляется стремление довести ее до логической полноты, получить из нее максимальное число выводов. При этом большое значение имеет перенос методов, оправдавших себя в одних ветвях математики, на другие, а также использование аналогий. В качестве примера наибольшей исторической значимости можно указать на перенос алгебраических методов в геометрию, что привело к созданию аналитической геометрии. Следует еще отметить, что создание новых алгоритмов — предписаний, указывающих конечную последовательность математических действий, ведущих к решению той или другой группы задач, — особенно сильно продвигает математику вперед, вызывая вслед за тем и усиление логического аппарата.

Выше мы разбили историю математики на четыре больших периода, указав границы между ними. Эти границы следуют, однако, рассматривать не как рубежи, жестко обозначенные точными датами, а скорее как вехи. Далее, создание нового периода не связано, понятно, с деятельностью лишь одного, пусть и самого гениального математика, а является делом множества ученых разных стран, работающих зачастую независимо друг от друга.

Математика, как и любая наука, — интернациональна. Она создавалась и создается усилиями ученых разных национальностей — больших и малых, каждая из которых вносит свой особый вклад в сокровищницу мировой науки. Таким образом, необходимо отнести реакционные бредни о расовых и национальных типах математики, равно как и космополитическое отрицание значения национальных культурных традиций в развитии математики.

Определяющее влияние развития общественных отношений на историю математики воине не должно пониматься как отрицание значения деятельности выдающихся ученых в создании математической науки. Ясно, что математика создавалась и создается математиками, делающими свои открытия в определенной исторической обстановке, влияющей на их деятельность. Но великие математики стали такими не потому, что они навязали математике свои идеи, а потому, что их идеи соответствовали объективным потребностям общества, что их научная деятельность — даже если некоторые из них не сознавали этого — была направлена на решение исторически возникших важнейших задач.

Деление математики на четыре больших периода в зависимости от достигнутого ею уровня абстракции не является, понятно, исчерпывающим. Его не следует превращать в окостеневшую схему. Внутри каждого периода математика развивалась неравномерно, по-разному в разных странах (в зависимости от сложившихся в них в данную эпоху социально-экономических условий), по-разному развивались и ее отдельные ветви, например, арифметика, алгебра, геометрия и т. д. Ввиду этого раздробление периодов на более мелкие отрезки не может осуществляться, исходя лишь из одного принципа. В его основу приходится кладь как деление по странам, так и рассмотрение

отдельных дисциплин, выделяя всякий раз ведущие школы, группирующиеся вокруг наиболее крупных математиков.

Методологическую основу приведенных выше положений, которыми, как нам кажется, следует руководствоваться, излагая историю математики, мы находим в трудах основоположников марксизма-ленинизма. Одно лишь материалистическое понимание истории, являясь единственно научной теорией общественного развития, способно раскрыть законы развития науки, в том числе и математики, как формы общественного сознания. Буржуазная история математики, накопившая громадный фактический материал и выдвинувшая немало ценных частных идей, построена на принципах, ложных в корне, а поэтому подлежит критической переработке.

В сочинениях основоположников марксизма-ленинизма содержатся не только общие указания на то, как вести эту переработку, но и многочисленные блестящие конкретные примеры критического усвоения культурного наследства. Вопросами истории математики непосредственно занимались, как известно, Маркс и Энгельс. Маркс в своих математических работах, относящихся к 1870—1882 гг., дал глубочайшее исследование исторического развития основных понятий дифференциального исчисления. Энгельс уделил много внимания истории математики в «Анти-Дюриинге» и в «Диалектике природы». В гениальном изложении, на примере эпохи Возрождения, он вскрыл закономерности превращения математики из науки о постоянных величинах и неизменных пространственных формах в науку об изменении величин и пространственных форм действительности, сформулировал основные законы развития математики. Тем не менее задача создания истории математики, построенной на этой основе, представляет большие трудности, преодолеть которые можно будет, вероятно, лишь путем последовательных приближений.

<sup>8</sup> Качественные — не в смысле качеств материяльных вещей, а в смысле «качеств» самих количественных отношений.

## ИЗ НЕОПУБЛИКОВАННОЙ ПЕРЕПИСКИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

### ПЕРЕПИСКА Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА С ЗАРУБЕЖНЫМИ УЧЕНЫМИ<sup>1</sup>

Впервые в тесный научный контакт с рядом крупных зарубежных ученых Д. И. Менделеев вступил в период пребывания в заграничной командировке (1859—1861); он встречался тогда с Эрленмайером и Бунзеном, посетил лабораторию Либиха. Во время Международного съезда химиков в Карлсруэ в 1860 г. он сблизился с Вюрцем, Дюма, Канницаро, Шиффом и другими. Впоследствии он поддерживал с ними дружеские отношения.

В 1867 г. Менделеев посетил лабораторию Сент-Клер-Девиля.

Общение Менделеева с Байером, Раммельсбергом, Мариньяком и многими другими было связано с разработкой им вопросов химии редких элементов. Далее — в период изучения газов, затем — проблем метеорологии, воздухоплавания и сопротивления среды, а также вопросов развития нефтяной промышленности Менделеев установил обширные связи с круп-

ными учеными, инженерами и изобретателями.

С 80-х годов Менделеев начинает заниматься теорией жидкостей и затем растворами. Эти исследования вызвали большой интерес у многих зарубежных ученых и заслужили их высокую оценку.

В связи с работами по растворам у Менделеева завязывается деловая переписка с Юлиусом Томсеном, Остwaldом, Герлахом и др.

К середине 80-х годов после окончательного подтверждения предсказаний неизвестных элементов и триумфа периодического закона Менделеев вступает в переписку с учеными, подтвердившими его предсказание, с «укрепителями периодического закона», как он их называл, — Винклером, Нильсоном, Лекок-де-Буабодраном, а также с теми, кто разрабатывал периодический закон — Л. Майером, Карнелли, Пиччини и др. Особенно оживленная переписка завязывается у Менделеева с чешским химиком Богуславом Браунером.

В это время изменяется и характер научных связей Д. И. Менделеева. Переписка ведется не только по отдельным темам, но часто затрагиваются и более общие вопросы.

Публикуемые письма представляют значительный интерес для характеристики широких научных связей Д. И. Менделеева.

#### 1. Г. ШИФФ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

15 марта 1863 г. Берн

Я рад, милостивый государь, что могу иметь возможность, благодаря любезности г-на Стюарта, передать Вам, какое удовольствие доставил мне Ваш курс органической химии<sup>1</sup>. Я могу добавить, что был восхищен им и не только с научной точки зрения. Я рассматриваю Ваш курс с более общей позиции. Если не считать элементарные учебники и учебники по аналитиче-

ской химии Егорова и Иванова<sup>2</sup>, Ваша книга — первый курс научной химии, созданный подданным царя. Я хочу думать, что это будет иметь место не только в области химии, надеюсь, что также и в других науках проявят себя рождающийся гений русской нации, и что успехи в области естественных наук, философии и политики сообщат умам новые идеи и подготовят их к будущему<sup>3</sup>....

Но ум, этот великий, неограниченный властелин, раз пробудившись, не удовольствуется границами, которые наука может ему поставить.

Я умею немного или, вернее, по складам читать на Вашем родном языке, и если иметь в виду еще и формулы, которые говорят очень много, если не все, то я был в состоянии составить себе, по крайней мере, представление о Вашей книге. Вы знаете, что мы относимся с большим интересом к физико-химическим исследованиям<sup>4</sup>, и я был очень рад найти в Вашей книге прекрасное их изложение. Система, по которой Вы располагаете органические соединения<sup>5</sup>, очень проста и часто позволяет Вам отвлекаться от формул, называемых рациональными. Но, с другой стороны, эта система имеет то неудобство, что заставляет Вас разъединять те тела, которые тесно связаны между собой. Вообще Вы отделяете спирты от кислот, из спиртов же образуются кислоты, Вы разделяете различные производные фенола, циановые производные и т. д. Я не думаю, чтобы эта система была бы подходящей для преподавания, особенно, если Вы имеете дело с учениками, которые обладают только элементарными познаниями по общей химии.

Во всяком случае нужно признать, что в процессе преподавания почти всегда возникают отклонения от порядка изложения в учебном пособии. В последнем изложение может быть уподоблено расположению солдат в стройном порядке на параде, однако это расположение нельзя сохранить во время сражения. Утешимся же тем, что в каждой системе должны быть какие-нибудь неувязки, будем удовлетворены этой, так как абсолютная система положит конец прогрессу науки. Итак, да будут изгнаны абсолютные системы!!!

Примите, милостивый государь, выражение совершенной моей преданности.

Ваш Гуго Шифф

#### 2. Ш. МАРИНЬЯК — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

4 мая 1872 г. Женева

Милостивый государь и дорогой собрат;

Ввиду перемещения моей химической лаборатории в новое здание, я был огорчен тем, что, из-за отсутствия достаточной высоты падения, не мог установить там аппарата Бунзена для фильтрования при малом давлении.

Поэтому я прочитал с большим интересом заметку, напечатанную в № 7 «Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin», 1872, касающуюся Вашего сообщения об аппарате г-на Ягио, который дает тот же результат с меньшей высотой падения воды<sup>1</sup>.

К сожалению, описание аппарата слишком неполно для того, чтобы можно было построить его, руководствуясь лишь этим указанием.

Нельзя ли получить или более детальный рисунок этого аппарата или его модель? Если какой-либо петербургский фабрикант занимается его изготовлением, — не можете ли Вы дать мне его адрес, чтобы я имел возможность просить его прислать мне аппарат.

Простите мне, милостивый государь и многоуважаемый коллега, эту несколько нескромную просьбу, которая может быть оправдана лишь вос-

поминанием о том любезном визите, который Вы соизволили сделать мне год тому назад.

Примите, милостивый государь, уверения в совершеннейшем уважении и преданности

Ш. Марињак

3. А. СЕНТ-КЛЕР-ДЕВИЛЬ — Л. П. КАЙЛЬЕТЕ

(перевод с французского)

18 июля 1872 г. Париж

Мой дорогой друг,

Обращаюсь к Вам с просьбой принять г-на Менделеева из С. Петербурга, превосходного и весьма ученого коллегу, который желал бы посмотреть Ваши опыты по упругости газов и жидкостей<sup>1</sup>. Я уверен, что он встретит у Вас самый лучший прием, и удовлетворен тем, что могу познакомить Вас с ним.

Ваш весьма преданный друг

А. Сент-Клер-Девиль

4. Ш. МАРИЊАК — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

5 марта 1876 г. Женева

Милостивый государь,

Я имею удовольствие сообщить Вам, что Ваша статья сможет появиться в скором времени. В настоящий момент я правлю ее корректуру<sup>1</sup>.

Пожалуйста, дайте мне знать, сколько экземпляров желаете Вы иметь. Будет ли достаточно Вам 50 питук?

Примите, милостивый государь, уверения в моем совершеннейшем уважении

Ш. Марињак

5. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — Ш. МАРИЊАКУ

11 марта 1876 г.

M[onsieur],

Получил Ваше письмо, в котором Вы сообщаете о том, что моя статья печатается в «Bibliothéque Universelle de Genève»<sup>1</sup> и что Вы приняли на себя труд исправить ее слог, спешу Вас искренне поблагодарить.

Мне лестно будет видеть свое имя наряду с именами лиц, которых я привык сиздавна уважать. Если возможно будет получить 50 особых оттисков, то Вы тем еще раз много обяжете.

[Д. И. Менделеев]

6. У. КРУКС — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с английского)

17 мая 1884 г. [Лондон]

Мой дорогой профессор Менделеев,

Недавно я получил от Вас пакет с цирконом<sup>1</sup> с Уральских гор. Примите мою сердечную благодарность за него; он будет очень полезен мне в исследованиях.

Я надеюсь, что Вы прибыли домой благополучно и получили полное удовлетворение от поездки в Англию<sup>2</sup>. Это дает право надеяться, что мы будем иметь удовольствие видеть Вас снова в недалеком будущем.

Я получил Ваши печатные статьи и статьи, написанные по-французски, которые меня очень заинтересовали, но, увы, русский язык неизвестен большинству из нас, и, таким образом, Ваша великолепная статья об «Ургости газов»<sup>3</sup> не сможет привлечь должного внимания, пока не будет переведена на немецкий, французский или английский языки. Я счастлив видеть, что Вы используете английские буквы для химических символов и наши обозначения для эквивалентов. Это шаг к международному научному языку, который наши потомки смогут когда-нибудь увидеть.

С приветом, дорогой профессор Менделеев,  
искренне Ваш

Уильям Крукс

7. В. ОСТВАЛЬД — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с немецкого)

23 ноября 1886 г. Рига

Уважаемый коллега,

С Нового года, после того как я закончу работу над учебником<sup>1</sup>, я намереваюсь основать «Журнал общей химии». Он будет иметь международный характер и должен явиться коллективным органом всех представителей этой молодой ветви знания. Я надеюсь, что и Вы, милостивый государь, поддержите это начинание как материально, так и тем, что позволите назвать Ваше имя среди основателей этого предприятия<sup>2</sup>.

Я позволяю себе эту просьбу потому, что имею настоятельное желание с помощью журнала устраниТЬ достойную сожаления разбросанность работ по физической химии. Для этого, однако, нужно, чтобы все наши коллеги были бы возможно сплоченее, а это будет достигнуто с наибольшей вероятностью, когда с этим новым начинанием будут связаны имена таких известных ученых, как Вы.

В надежде на то, что моя просьба не будет тщетной  
преданный Вам

В. Оствальд  
профессор Рижского политехникума.

8. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — У. ТОМСОНУ

(перевод с английского)

8 февраля 1888 г. Москва

Дорогой сэр Уильям,

Я получил диплом Эдинбургского<sup>1</sup> королевского общества и прошу передать мою большую благодарность Обществу за избрание меня иностранным членом.

Мое посещение Эдинбурга по случаю трехсотлетнего юбилея Университета, членом которого я имею честь быть<sup>2</sup>, является одним из самых лучших воспоминаний в моей жизни, и поэтому я с особенным удовольствием смотрю на это новое звено, которое связывает меня с этим ученым городом.

Преданный Вам, дорогой сэр,  
Д. Менделеев

9. Б. РОЗЕБУМ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ  
 (перевод с немецкого)

19 января 1892 г. Лейден

Глубокоуважаемый господин,

С большой радостью я получил несколько дней тому назад Ваш учебник<sup>1</sup>. Я приношу Вам искреннюю благодарность за этот ценный подарок, которым Вы меня очень обяжали.

Кроме того, с особенным удовольствием я выражаю Вам свою признательность за подробное изложение моих исследований в Вашей книге.

При этом один единственный случай, когда в книге оставлена старая неточная цифра, вполне извинителен.

Возможно, я окажу Вам некоторую услугу, если сообщу, что на стр. 502<sup>2</sup> текста для температуры разложения хлоргидрата стоит  $35^{\circ}$ , в то время как в примечаниях Вами было принято верное значение  $28.7^{\circ}$ .

При просмотре богатейшего содержания этого учебника, я с большим удовлетворением отметил, как Вы в связи с подходящими примерами обращаете внимание на важнейшие проблемы химической механики.

Желаю Вам пожать богатые плоды этих трудов.

С глубоким уважением  
 преданный Вам  
 Бакгус Розебум

10. Л. МЕЙЕР — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с немецкого)

16 августа 1893 г. Тюбинген

Многоуважаемый коллега,

Хотя едва ли я могу предположить, что в это время года Вы можете находиться в Петербурге, я надеюсь, что это письмо попадет в Ваши руки.

Оставалось перепечатать в своих «Классиках»<sup>1</sup> труды важные для развития естественной или периодической системы элементов, и попросил меня позаботиться об этом издании. Но так как здесь имеется и моя доля<sup>2</sup> и я не могу говорить о себе, как о классике, то я взял на себя только более раннюю часть того, что связано с нашим обоюдным участием, в то время как Зейберт будет отвечать за вторую часть.

Я думаю начать с триад Доберейнера 1829 г., перепечатать полностью статью Петтенкофера и из позднейших взять только выдержки, содержащие новые идеи.

От Вас сейчас я хочу получить разрешение на переиздание Вашей статьи<sup>3</sup>, опубликованной в первом томе [журнала] русс[кого] [химического] Общества, перевод которой был недавно мною получен при содействии Бельштейна, а также статьи, находящейся в 8-м дополнительном томе Аналов Либиха<sup>4</sup>. Эта последняя статья будет заключительной, и здесь я рассчитываю добавить только об оправдании Ваших предсказаний открытием галлия, скандия и германия. При этом будет уместно сообщить некоторые сведения о комиссии г-на Лекок-де-Буабодрана<sup>5</sup>. Если Вы имеете со своей стороны какие-либо пожелания, я готов их выполнить.

В надежде получить от Вас одобрительный ответ, остаюсь с дружеским приветом готовый к услугам

преданный

Лотар Мейер

11. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — г-же МЕЙЕР

(перевод с немецкого)

Апрель 1895 г. Петербург<sup>1</sup>

Высокородженной госпоже, супруге профессора  
 Лотара Мейера

Милостивая государыня,

8/20 апреля, вернувшись из путешествия, я нашел печальное известие о кончине Вашего супруга, столь высоко талантливого и выдающегося ученого. Разрешите просить Вас принять от меня выражение сердечного участия в Вашей большой потере.

С особым глубоким уважением

[Д. Менделеев]

12. У. ТОМСОН (КЕЛЬВИН) — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с английского)

27 января 1899 г. Глазго

Дорогой профессор Менделеев,

Я очень благодарен Вам за две статьи<sup>1</sup>, которые Вы были так добры послать мне с профессором Фергусоном и которые я теперь от него получил.

Профессор Фергусон также передал мне Ваше письмо и добрые пожелания, которые я Вам сердечно посыпаю.

Преданный Вам

Кельвин

13. Я.-Г. ВАНТ-ГОФФ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

20 марта 1903 г. Шарлоттенбург

Мой дорогой коллега,

Простите, что я затрудняю Вас небольшой просьбой. В Известиях Императорской Академии наук в С. Петербурге за 1865 г. есть выполненное Гобелем<sup>1</sup> описание нового минерала «маманита»<sup>2</sup>, тройного сульфата калия, магния и кальция. Занимаясь в настоящее время этими соединениями, я получил соответствующий продукт «полигалит» и теперь очень хотел бы получить образец [маманита].

Вышеуказанная работа (Гобеля) была произведена в Дерпте<sup>3</sup>, но, может быть, минералогический кабинет в Петербурге располагает подлинными документами. Итак, если это Вас не очень затруднит, я буду счастлив получить некоторые сведения.

Примите уверения в моей преданности

Ваш Я.-Г. Вант-Гофф

14. Я.-Г. ВАНТ-ГОФФ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ  
(перевод с немецкого)

Апрель 1903 г.<sup>1</sup>

Глубокоуважаемый коллега,

Сердечное спасибо за присылку образца минерала, который я только что получил. Передайте, пожалуйста, при случае мою благодарность проф. Куриakovу<sup>2</sup>.

Преданный Вам

Вант-Гофф

15. Г. ЭРДМАН — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ  
(перевод с немецкого)

22 января 1904 г. Шарлоттенбург

Глубокоуважаемый коллега,

Очень благодарен Вам за сердечные пожелания к Новому году мне и моей жене. Мы были очень обеспокоены Вашей болезнью глаз<sup>1</sup>. Надеемся, что Вам теперь лучше. К Рождеству Клеменс Винклер через мою жену передал мне в подарок прекрасный портрет, сделанный в Берлине, на котором Вы изображены с ним вдвоем сразу же после аудиенции у Императора. Мы надеемся, что Вы ничего не имеете против этого. Мы имеем также прекрасный большой портрет Вашей милой жены, чьему мы очень рады, хотя, на наш взгляд, в чертах лица сходство недостаточное. Мы также посылаем Вашей супруге наши портреты.

До новогодних праздников Вы мне прислали очень интересную статью о химической теории мирового эфира<sup>2</sup>. Об этой статье здесь много говорят после того, как господин Чулок из Цюриха перевел ее на немецкий язык, и она была опубликована в ноябрьском-декабрьском номере за 1903 г. популярного журнала «Prometheus», издаваемого О. Н. Виттом. Я не знаю, сделан ли этот перевод по Вашему указанию и с Вашего согласия.

Я должен терпеливо снести Вашу критику по моему адресу, правда, без упоминания имени<sup>3</sup>, в связи с тем, что я хотел поместить благородные газы и благородные металлы в одну группу, несмотря на их большое различие, подобно тому как Вы в свое время, к большому неудовольствию многих коллег, поставили хлор и марганец в одну группу. Наши сведения о благородных газах пока еще все-таки очень незначительны, и только время может показать, является ли пассивность в сочетании с одноатомностью [молекулы] единственным свойством, общим с благородными металлами, или, как я предполагаю, со временем выявятся здесь еще новые аналогии.

Мне, однако, очень неприятно, что Ваша статья из-за того, что она основана<sup>4</sup> на  $O=16$ , может быть использована против нашей международной комиссии по атомным весам. Наша международная комиссия по атомным весам, в которую входят гг. Кларк, Муассан, Зейберт и Торпе, издает с 1 января 1903 г. ежегодно таблицы атомных весов, которые выводятся, принимая  $H=1$ . Мы, немецкие преподаватели высшей школы, были очень обрадованы тем, что при преподавании можем применять только те числа, которые отнесены к единице, и, если  $Ag=1$  является и более рациональным, то  $H=1$  исключительно употребительнее и практическое для преподавания. На этой точке зрения, между прочим, совершенно твердо стоит мой уважаемый друг и учитель Адольф фон Байер из Мюнхена.

На открытый выпад Оствальда против нашей международной комиссии уже ответил Клеменс Винклер. Однако теперь заявляют, что будто бы и Ваша статья направлена против международной комиссии. И хотя это совершенно исключается, если принять во внимание время ее написания, я был бы Вам очень благодарен, если бы Вы при случае подтвердили это письмом.

Сердечный привет Вашим близким  
всегда преданный

Г. Эрдман

16. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — Г. РОСКО

15 марта 1904 г. Петербург

Глубокоуважаемый собрат и дорогой старый друг,

В течение пятидесяти лет я вижу Ваше имя под блестательными исследованиями в области нашей науки и желал бы видеть такие же исследования и с той же подписью еще много лет, потому что тогда химические ереси останутся на втором плане, а химические истины будут продолжать свое победное международное шествие<sup>1</sup>, потому что тогда незыблемая научная истина легко восторжествует над мистическими изысканиями и даст полезное, энергичное и правильное направление естествознанию.

Глубоко Вам преданный  
Ваш Д. Менделеев

17. Г. РОСКО — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с английского)

22 апреля 1904 г. Лондон

Дорогой друг,

Сердечно благодарю за добрые поздравления, которые Вы прислали по поводу празднования юбилея — присуждения мне степени доктора Гейдельбергского университета.

Ничего не может быть приятнее для ученого, чем симпатия и высокая оценка со стороны тех, кто работает в одной с ним области, особенно тогда, когда выражение таких чувств исходит не только от соотечественников, но и от коллег и ученых других стран, способствующих дальнейшему развитию наших знаний о природе.

С наилучшими пожеланиями  
искренне Ваш  
Генри Е. Роско

18. А. МУАССАН — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

30 апреля 1904 г. Париж

Дорогой коллега,

Смерть адмирала Макарова ошеломила Париж; мы с волнением следим за подвигами Ваших моряков во Владивостоке и Порт-Артуре, и перед нами начинает вырисовываться величественное движение России в этих отдаленных краях.

Благодарю Вас за Ваше уведомление<sup>1</sup>. Вероятно, я в самом деле прочту лекцию в С. Луи, но, кажется, выставка сильно задерживается. Словом, к сентябрю потерянное время будет наверстано. Я думаю сохранить тему, о которой говорил Ньюкомб,—«Отношение минеральной химии к другим наукам или же успехи минеральной химии». Как бы то ни было, я очень благодарен Вам за предупреждение.

Я только что написал нашему коллеге Ньюкомбу, чтобы узнать, какой американский ученый должен говорить об успехах минеральной химии в Соединенных Штатах, и сейчас узнал это и имею представление о том, как он будет ставить этот вопрос.

До свиданья, мой дорогой и глубокоуважаемый коллега, желаем Вам здоровья и шлем добрые пожелания России

А. Муассан

19. С. НЬЮКОМБ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с английского)

2 мая 1904 г.

Дорогой сэр,

Ваше последнее письмо, в котором Вы выражаете удивление по поводу того, что я высказал сердечные чувства, которые питают к Вам все наши химики, по-видимому основано на каком-то недоразумении. Поэтому в ответ я могу только констатировать факты, которые, как я предполагал, должны быть Вам хорошо известны. Самые сердечные чувства,— по крайней мере, по эту сторону океана — существовали между Америкой и Россией еще со временем нашей гражданской войны, и они были такими же искренними в науке, как и во всякой другой области человеческой деятельности. Я не могу забыть или игнорировать то, что две высочайшие почести, которые я когда-либо получал, исходили из России,— именно почетное членство Вашей Академии наук и премия Шуберта. До настоящего времени я не могу допустить ничего, что повредило бы этим дружеским и сердечным чувствам или уменьшило бы интерес американских химиков к Вашим великим трудам, или удовольствие, с каким они приветствовали бы Вас, если бы Вы собирались посетить нашу страну.

С глубоким уважением

С. Ньюкомб

20. Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ — С. НЬЮКОМБУ

(перевод с английского)

7/20 мая 1904 г. Петербург

Профессору Симону Ньюкомбу  
Председателю Конгресса искусств и наук С. Луи

Дорогой сэр,

Во время посещения Америки по случаю Всемирной выставки в Филадельфии<sup>1</sup> я получил много доказательств личной симпатии, и я всегда был и остаюсь в полном убеждении, что между нашими странами, а в особенности между их научными представителями, существуют сердечные чувства.

Так как по Вашему письму от 2 мая можно думать, что Вы полагаете, что я другого мнения, то я считаю своим моральным долгом уверить Вас, что я всегда питал истинную симпатию к американским ученым.

Если Вы сделали из моего письма другой вывод, то причину этого должно искать в нашем недостаточном знании английского языка, вследствие чего в мое письмо вкрались какие-нибудь абсолютно нежелательные выражения.

Если я выразил некоторое удивление, то лишь потому, что Вы не получили моего письма, посланного в начале февраля и адресованного в Комитет Конгресса С. Луи. В этом письме я отказался от поездки в Соединенные Штаты по случаю начавшейся в то время войны.

Если война прекратится и я буду чувствовать себя достаточно бодрым, то сделаю все, что в моей власти, чтобы посетить Соединенные Штаты, к которым я питают большую симпатию, и выразить лично Вам и американским ученым вообще мою искреннейшую благодарность за оказанную мне высокую честь.

Мой отказ предпринять путешествие во время войны объясняется исключительно тем, что пока мое отчество находится в состоянии войны, я глубоко переживаю все ее события, даже мелкие, и я боюсь потерять равновесие, которое неизбежно должно сопровождать всякую научную деятельность.

Преданный Вам Д. М[енделеев]

21. С. КАНИЦАРО — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с французского)

18 июля 1904 г. Рим

Дорогой друг и глубокоуважаемый  
господин Менделеев,

В ответ на Ваше любезное письмо от 7 июля спешу известить Вас, что полное собрание законов и правил, касающихся проверки мер и весов<sup>1</sup> в Италии, направлено по Вашему адресу через соответствующее министерство.

Мой ассистент д-р Гельбиг прибудет в Петербург в августе и засвидетельствует Вам свое почтение. Он сможет взять на себя труд передать мне все, что Вам при случае понадобится.

Я надеюсь, что в течение сентября буду находиться в Риме, и рад узнать, что буду иметь большое удовольствие увидеть Вас.

Примите самый горячий привет от преданного Вам друга

С. Каницаро

22. Г. ШИФФ — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с немецкого)

22 февраля 1906 г. Флоренция

Глубокоуважаемый коллега,

Ваше письмо от 28 января пришло сюда только 12 февраля вместе с 25-лирами на [увековечение] памяти Пиччини, за что я Вас очень благодарю. Мы намереваемся поместить рельефный медальон Пиччини в лекционном зале, если удастся — в конце июня, но, возможно, и в октябре. Я охотно согласился бы иметь в качестве преемника Пиччини кого-либо из неоргаников или физико-химиков, но у нас в стране мы никого не смогли найти.

Мы пригласили профессора Анжели из Палермо, но он все же органик. Как за границей, так и у нас здесь неорганики в современном смысле слова могут быть подготовлены только со временем.

В течение трех лет ждал Пиччини Вашего посещения, и я также был бы очень рад по прошествии 45 лет вновь встретиться с Вами. Я очень ясно помню Вас на историческом съезде<sup>1</sup> у Вельцина в Карлсруэ осенью 1860 г., вечером, во время приема. Вы сидели тогда около шкафа.

Для меня будет исключительно большой радостью, если Вы осуществите свое намерение посетить Италию, и я буду иметь удовольствие видеть Вас здесь.

С дружеским приветом  
преданный Вам  
Гуго Шифф

23. Г. ТАММАН — Д. И. МЕНДЕЛЕЕВУ

(перевод с немецкого)

8 мая 1906 г. Геттинген

Многоуважаемый  
Дмитрий Иванович!

Сегодня Фрейлен Елена Потылицына передала мне Ваш очень похожий портрет. Таким я много раз видел Вас во время работы и прерывал Вас, обращаясь со своими личными просьбами. Этот портрет останется для меня дорогим воспоминанием о том, кому я обязан таким сочувствием и действительной поддержкой. Я навсегда сохранию глубокую благодарность к Вам и чрезвычайно рад иметь такое прекрасное напоминание о Вас.

В последнее время я посвятил себя вопросу о том, какие соединения могут давать элементы друг с другом<sup>1</sup>. Но здесь еще нужно установить факты. Я хочу начать с выяснения того, на чем Вы вынуждены были остановиться ввиду отсутствия дальнейших сведений. Чем больше мы узнаем о соотношениях между элементами, тем яснее становится для меня сила Вашей системы, единственной поги в этом лабиринте.

С сердечным приветом  
Ваш верный почитатель

Г. Тамман

### ПРИМЕЧАНИЯ

**К письму 1.** Печатается по подлиннику (Научный архив Д. И. Менделеева при Ленинградском государственном университете им. А. А. Жданова \*, 1-2-46-1-20). Гуго Шифф (1834—1915) — химик-органик; с 1857 г. приват-доцент в Берне; в 1863 г. переехал во Флоренцию, где в 1869 г. основал химическую лабораторию (в Университете).

\* Имеется в виду учебник Д. И. Менделеева «Органическая химия», СПб., 1861.

<sup>2</sup> Шифф имеет в виду книги: П. Егорова. Начальные основания химии, составленные по Реньо. Изд. 3, 1857; И. А. Иванова. Начальные основания аналитической химии. Учеб. рук-во для воспитанников Горного ин-та. СПб., 1854.

\* Далее название архива дается в скобках — НАМ ЛГУ.

<sup>3</sup> Многоточие поставлено автором письма.

<sup>4</sup> Имеются в виду работы Д. И. Менделеева по капиллярности жидкостей (1859—1861), получившие в то время широкую известность.

<sup>5</sup> Система, по которой Менделеев располагает материал в книге «Органическая химия», основана на выдвинутой им в это время теории пределов и на количестве кислорода в соединениях. Так Менделеев последовательно располагает кислоты с одним, двумя, тремя и более атомами кислорода. Тоже со спиртами и т. д.

**К письму 2.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ II-B-24-2-M). Жак Шарль Мариньян (1817—1894) — швейцарский химик, с 1841 г. — профессор химии в Женеве, с 1845 г. там же профессор минералогии.

<sup>1</sup> На стр. 328 «Ber. d. Deutsch. Chem. Gesellsch.», 1872, Bd. 5, приведена корреспонденция Рихтера о сообщении Д. И. Менделеева, сделанном на заседании Русского химического общества 13 января 1872 г. Содержание этого доклада было опубликовано в виде статьи: Д. Менделеев, М. Кирничев и Г. Шмидт. Пульсирующий насос. ЖРХО, 1872, т. IV, стр. 169—204. В статье, в частности, показано, что в отличие от аспираторов и насосов Бунзена и др., «действующих падающей жидкостью, рассматриваемый прибор, изобретенный студентом Ягио (в Москве), «действует на основании совершенно других причин».

**К письму 3.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, II-B-24-2-D). Письмо написано на бланке со штампом: «Лаборатория химии. Высшая нормальная школа». Ари Этьен Сент-Клер-Девиль (1818—1881) — выдающийся французский химик, с 1861 г. — член Академии наук. Луи Поль Кайльете (1832—1913) — французский химик, друг Сент-Клер-Девиля, в лаборатории которого он работал в 70-х гг.

<sup>1</sup> Менделеев интересовался опытами Кайльете в связи с начатыми им в это время работами по изучению газов, а также в связи с более ранними своими исследованиями «температуры абсолютного кипения» (т. е. критической температуры).

**К письму 4.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, I-B-66-1-3). См. примеч. к письму 2.

<sup>1</sup> Речь идет о статье Д. И. Менделеева «О температурах верхних слоев атмосферы» в «Archives des sciences physiques et naturelles». Genève (издание № 219, 1876, стр. 233—254). По поводу этой статьи Менделеев замечает: «Познакомившись с Мариньяком ранее, я считал наиболее удобным послать статью ему в Женеву» (Архив Д. И. Менделеева, 1951, т. I, стр. 63).

**К письму 5.** Печатается по черновику, написанному рукой Д. И. Менделеева (НАМ ЛГУ, I-B-66-1-3). См. примеч. к письму 2.

На обороте письма неизвестной рукой сделан перевод на французский язык и поставлена дата: «11 марта 1876 г.»

<sup>1</sup> См. письмо 4.

**К письму 6.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 2, д. 52). Уильям Крукс (1832—1919) — выдающийся английский химик, с 1884 г. — член Лондонского королевского общества. В 80-х годах изучал спектры редких земель.

<sup>1</sup> Циркон — минерал, содержащий цирконий ( $Zr SiO_4$ ).

<sup>2</sup> Имеется в виду поездка Д. И. Менделеева в Англию в апреле 1884 г. в связи с 300-летним юбилеем Эдинбургского университета.

<sup>3</sup> Речь идет, по-видимому, о книге Д. И. Менделеева «Об упругости газов» (ч. I, СПб., 1875), сообщении «Об опытах над упругостью газов» (1881), а также

о других статьях по этому вопросу, напечатанных в иностранных журналах.

**К письму 7.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 2, д. 668). Письмо написано на бланке: «Рижский политехникум. Химическая лаборатория. Вильгельм Остwald (1853—1932) — немецкий физико-химик, уроженец России. Свою научную и педагогическую деятельность начал в Риге.

<sup>1</sup> W. Ostwald. Lehrbuch der Allgemeine Chemie. Leipzig, 1885—1887 (1 Aufl.).

<sup>2</sup> Остwald предлагает Менделееву стать одним из основателей «Журнала общей химии». Можно предположить, что первоначально Остwald рассчитывал назвать будущий журнал физической химии «Zeitschrift für physikalische Chemie, Stöchiometrie und Verwandtschaftslehre» по аналогии с названием учебника — «Lehrbuch der Allgemeine Chemie» — «Журналом общей химии». Первый том вышел в 1887 г., причем в числе его сотрудников — основателей был назван и Менделеев. На письме имеется пометка Д. И. Менделеева: «26 (ноября) ответ».

**К письму 8.** Печатается по черновику, написанному рукой переводчика с пометкой Д. И. Менделеева (НАМ ЛГУ, альб. 2, д. 159). Уильям Томсон (1824—1907) — выдающийся английский физик, с 1846 по 1889 г. — профессор теоретической физики в Глазго. Президент Королевского общества в Эдинбурге. С 1892 г. — лорд Кельвин.

<sup>1</sup> Д. И. Менделеев 1 февраля 1888 г. был избран членом Королевского общества в Эдинбурге (Royal Society of Edinburgh).

<sup>2</sup> Имеется в виду посещение Д. И. Менделеевым Эдинбурга в апреле 1884 г. по случаю 300-летнего юбилея Университета, 14 апреля 1884 г. Д. И. Менделеев был избран доктором прав (doctor of Law) Эдинбургского университета.

**К письму 9.** Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 482). Генрик Виллем Бакгус Розебум (1854—1907) — голландский физико-химик, работал в Лейдене.

<sup>1</sup> Имеется в виду немецкий перевод «Основ химии» Д. И. Менделеева (Grundlagen der Chemie von D. Mendeleeff, Übersetzt von L. Jowein und A. Thillot. St.-P., 1891).

<sup>2</sup> На 502 странице книги написано (дословный перевод): «Если нагревать этот кристаллогидрат  $[Cl_2SiH_2O]$  в запаянной трубке до  $35^\circ$ , то образуются два слоя: один нижний слой хлора, содержащий очень мало воды, и верхний, который состоит из воды с малым содержанием хлора. Из этих слов следует, что Менделеев прямо не говорит о том, что  $35^\circ$  является температурой разложения. Непосредственное указание на температуру  $28,7^\circ$ , как температуру разложения гидрата хлора, сделано в примечании.

К письму 10. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, I-B-63-1-70). На письме помета рукой Д. И. Менделеева: «Ответ 2 сент. 1893 г.». Юлиус Лотар Мейер (1830—1895) — немецкий химик, в 1876 г. профессор химии в Тюбингене.

Речь идет об очередном выпуске *Ostwald's klassiker der Exakten Wissenschaften*, который предполагалось посвятить периодическому закону. Это издание было осуществлено и явилось № 68 указанной серии. Оно называлось: *Das Natürliche System der Chemischen Elemente — Abhandlungen von Lothar Meyer (1864—1869) und D. Mendelejeff (1869—1871)*. Herausgegeben von Karl Seubert. Leipzig, 1895. В книге приведены две статьи Лотара Мейера и две статьи и один реферат Менделеева. Работы других предшественников открытия, кроме Л. Мейера, кратко рассмотрены в примечаниях.

В своих трудах Л. Мейер разрабатывал периодический закон. Однако мнение о том, что Л. Мейер ранее Д. И. Менделеева открыл периодический закон и тем более, что Менделеев позаимствовал от Л. Мейера основную идею, следует считать неосновательным. Это убедительно показано в двух полемических статьях Д. И. Менделеева: «К вопросу о системе элементов» — *Ber. Deutsch. Chem. Ges.*, IV, 1871, стр. 348 (перепечатано в кн. «Д. И. Менделеев. Научный архив», т. I, Изд-во АН СССР, 1953, стр. 331—340) и «К истории периодического закона» — там же, XIII, 1880, стр. 796—804 (перевод напечатан в «Избранных сочинениях», т. II, стр. 282—288, а также в «Основах химии», изд. 8, доп. 410).

Имеется в виду статья Менделеева «Соотношение свойств с атомным весом элементов» (ЖРФХО, 1869, т. I, вып. 2 и 3, стр. 60—77). См. «Избр. соч.», т. II, стр. 3—16.

Имеется в виду статья Менделеева: «Die periodische Gesetzmässigkeit der Chemischen Elemente» (Ann. d. Chem. u. Pharm. Suppl., VIII, 1871, стр. 133—229). См. «Избр. соч.», т. II, стр. 164—215).

Имеется в виду, по-видимому, исправление неправильно определенного удельного веса галлия, сделанное Лекок-де-Будебраном, после указания Д. И. Менделеева.

К письму 11. Печатается по черновику, написанному рукой Д. И. Менделеева (НАМ ЛГУ, II-A-5-2-M). См. примеч. к письму 10.

Письмо датируется предположительно.

К письму 12. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 416). Письмо написано на бланке со штампом: «Университет в Глазго». См. примеч. к письму 8.

Можно предположить, что Д. И. Менделеев послал Кельвину свои статьи, касающиеся работ по исследованию колебания весов.

К письму 13. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 320).

На письме приписка рукой Д. И. Менделеева: «Отправил 3 образца маманита, достал от Курикова через (слово неразборчиво). Март 1903». Иакоб Генрих Вант-Гофф (1852—1911) — выдающийся голландский физико-химик; с 1896 г. — член Берлинской Академии наук, где и вел научную работу (в Шарлоттенбурге).

Имеется в виду работа Ad. Goebel. Untersuchungen des Carnallits von Maman in Persien und über die wahren Ursachen der rothen Färbung mancher natürlichen Sälate. «Bull. Ac. Imp. de Sci. St. Petersb.», 1866, 9, стр. 1—26.

«Маманит» — минерал, описанный Гобелем и впоследствии отождествленный Вант-Гоффом с «полигалитом». См. статью: I. H. Vant-Hoff und G. L. Vögmann. Untersuchungen über die Bildungsverhältnisse der ozeanischen Salzablagerungen XXXVIII. Die Identität von Mamanit und Polyhalit. «Sitzungberichte der Deutschen Akad. der Wissenschaften», Berlin, 1904, стр. 984—986). Полигалит имеет состав  $2\text{CaSO}_4 \cdot (\text{SO}_4\text{K})_2\text{H}_2\text{O}$ .

Гобель делал анализы «маманита» в лаборатории в Дерпте.

К письму 14. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 329). См. примеч. к письму 13.

Основание для датировки: данное письмо представляет собой благодарность за присылку «маманита», посланного Менделеевым по просьбе Вант-Гоффа в марте 1903 г. (см. письмо 13).

В опубликованной статье о маманите (см. прим. 2 к письму 13) Вант-Гофф пишет: «...Мы попросили г-на Д. И. Менделеева узнать, не сохранилось ли еще пробы маманита, и через дружеское содействие г. Курикова, обоим мы выражаем при этом нашу благодарность, мы получили требуемый образец, снаженный этикеткой: «кусок похожего на маманит минерала полигалита из коллекции Гобеля».

К письму 15. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, II-B-24-2-E). Письмо написано на бланке со штампом: «Лаборатория неорганической химии Королевской высшей технической школы в Берлине. Проф. д-р Г. Эрдманн. Ул. Лейбница, 80, 1». Гugo Эрдман (1862—1910) — немецкий химик, с 1901 г. — руководитель лаборатории неорганической химии в Высшей технической школе в Шарлоттенбурге.

Болезнь, о которой говорит Эрдман — катаракта. В январе 1904 г. Менделееву была сделана операция и зрение возвращено.

Эрдман имеет в виду статью Д. И. Менделеева «Попытка химического понимания мирового эфира», вышедшую на русском языке в журнале «Вестник библиотеки самообразования» (1903, № 1—4) и отдельной брошюрой. Статья была переведена на английский и немецкий языки, а также на язык эсперанто. На немецком языке она была опубликована в журнале «Prometheus» (Herausgeg. O. Witt) Jahrg. XV,

1903, № 735—738 (November — December) «Versuch einer chemischen Auffassung des Weltäthers» von Prof. D. Mendelejeff, перевед S. Tschulok.

Здесь Эрдман имеет в виду, вероятно, следующие слова Менделеева (цит. по «Избр. соч.», т. II, стр. 479): «Это положение аргоновых аналогов в нульевой группе составляет строго логическое следствие понимания периодического закона, а потому (помещение в группе VIII явно неверно) принято не только мною, но и Брауниром, Пичини и друг.»

В ряде своих статей, так же как и в вышеуказанной, Менделеев неоднократно выступает в пользу применения шкалы атомных весов, основанной на атомном весе кислорода, равном 16.

К письму 16. Печатается по черновику (НАМ ЛГУ, II-A-5-2-M). Письмо написано по случаю 50-летнего юбилея научной деятельности Роско. Текст письма написан по-русски неизвестной рукой, а затем переведен на английский Блюмбахом. В конце письма сделана приписка (по-английски): «15 марта 1905 г. состоится 50-летие присуждения сэру Генри Роско степени доктора философии Гейдельбергского университета». Генри Эн菲尔д Роско (1833—1915) — английский химик, до 1886 г. был профессором химии в Манчестере, затем переехал в Лондон.

Следующий далее конец фразы отсутствует в русском тексте.

К письму 17. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 206). См. примеч. к письму 16.

К письму 18. Печатается по подлиннику (НАМ ЛГУ, альб. 3, д. 229). Письмо написано на бланке со штампом: «Факультет наук в Париже. Лаборатория химии». Фердинанд Фредерик Анри Муссан (1852—1907) — французский химик, с 1900 г. — профессор факультета наук Парижского университета.

#### ПИСЬМО Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА Г. П. САЗОНОВУ<sup>1</sup>

Осенью 1906 г. кандидат прав Г. П. Сазонов предложил проект орошения южной части Закаспийской области водами Аму-Дарьи.

Проектом Г. П. Сазонова предусматривался отвод из Аму-Дарьи 50 кубических саженей воды в секунду каналом, начинающимся у селения Бассага, близ границы с Афганистаном.

Этот канал длиной 475 км должен был оросить 340 тыс. десятин земли. Проект Сазонова был поддержан многими видными общественными деятелями и учеными,

«Многоуважаемый Григорий Петрович,

Вы хорошо знаете, что я глубоко сочувствую мысли о широком распространении орошения в наших Закаспийских и Нижне-Волжских губерниях, а также надежде на то, что мы можем в обширных размерах производить

в том числе Д. И. Менделеевым, П. П. Семёновым-Тян-Шанским, А. И. Войковым и др. В Центральном государственном историческом архиве в г. Ленинграде<sup>2</sup> имеется копия письма Д. И. Менделеева Г. П. Сазонову, написанного им всего за восемь дней до смерти.

Учитывая значительный интерес письма, мы публикуем его полностью.

<sup>1</sup> Публикация И. А. Федосеева.

<sup>2</sup> ЦГИАЛ, ф. 426, оп. 1, д. 646, л. 42.

на орошаемых землях такие выгодные растения, каковы, например, виноград и хлопок, а через то доставить народу и стране новые крупные заработки. Поэтому Вы поймете, что не являюсь сегодня на совещание, назначенное для обсуждения этих предметов, только вследствие положительной невозможности. Вчера, сопровождая министра торговли и промышленности, Д. А. Философова по Главной палате мер и весов, я оступился и при этом, должно быть, растянул сухожилие, так что сегодня неизбежно должен сидеть на месте и ждать доктора.

Вполне веря возможности практического осуществления Ваших мыслей, думая даже, что громадные капиталы, необходимые для устройства орошения в порядочных размерах, найдутся, я все же предвижу многочисленные затруднения в осуществлении не только потому, что устройство капиталистическим путем или способом административным (т. е. почти на социалистический манер) не удовлетворяют современности, но и потому, что в предстоящих делах нужны преданные делу многие и разнообразные специалисты. Дай бог, чтобы трудности преодолелись и чтобы Собрание, на котором не могу принять участие, пришло к заключениям, практически выполнимым

Пропу принять уверение в совершенном почетии и готовности к услугам

12 января 1907 года».

Д. Менделеев

В июне 1908 г. проект Сазонова рассматривался Гидрологическим комитетом, который предложил авторам для обоснования проекта произвести всесторонние ис-

следования на месте. В 1911 г. исследования были произведены, но все же проект Сазонова осуществлен не был.

ПИСЬМО Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА А. И. СТУДЗИНСКОМУ

16 октября 1893 г. начальник Охтенского порохового завода А. И. Студзинский направил Д. И. Менделееву письмо<sup>2</sup>. В этом письме он сообщал, что, как ему стало известно, в «Записке» Менделеева<sup>3</sup>, поданной в июне 1893 г. управляющему Морским министерством, указано, что якобы Менделееву принадлежит идея обезвоживания пироксилина спиртом, высказанная им еще в 1890 г.

Студеникский пишет, что на самом деле обезвоживание пироксилина спиртом предложил неклассный обер-фейерверкер Охтенского порохового завода Захаров, «который произвел и первые лабораторные опыты для доказательства возможности этой идеи. Означенные опыты послужили основанием для разработки составленного ныне в Охтенских заводах проекта устройства мастерской для обезвоживания пироксилина спиртом».

<sup>1</sup> Публикация и примечания П. М. Лукьянова.

<sup>2</sup> ЦГВИА, ф. 516, оп. 2, д. 13, лл. 133-134; заверенная копия письма Студзинского Менделееву.

<sup>3</sup> Рассматриваемый вопрос затронут в «Записке» Менделеева от июня 1895 г. (см. «Собр. соч.», т. IX, 1949, стр. 189). Несомненно, в «Собр. соч.» имеется ошибка в году — не 1895, а 1893 г. (см. об этом ниже).

В другом письме к Д. И. Менделееву от 29 октября 1893 г. Студзинский пишет, что первые лабораторные опыты вымочки пироксилина в спирте для устранения опасной сущности этого материала были начаты Захаровым в конце 1891 г. и показали «полную возможность получения очень хороших результатов при применении описанного способа». Студзинский писал в этом письме, что он очень сожалеет, что «ни покойный С. В. Панищко, ни другие сухопутные артиллеристы..., не поделились этой идеей с чинами порохового ведомства».

В докладной записке на имя управляемого Морским министерством Чихачева (июнь 1893 г.) Менделеев сообщал, что «вымачивание в спирте пироколлодия... (равно и пироксилина. — *Aem.*) не только удаляет из него воду, т. е. заменяет сушку, но и служит к удалению... случайных подмесей... Операция предварительного вымачивания пироколлодия в спирте по служит не только к уменьшению опасности производства бездымного пороха, но и к упрощению всей его фабрикации и к увеличению прочности пороха. Такой способ к увеличению достоинства бездымного пороха и к достижению безопасности его

<sup>4</sup> Копия письма Студзинского. ЦГВИА-  
ф. 516, оп. 2, д. 13, лл. 138, 139.

Въ видѣніи настѣп. вѣкѣ виноградъ  
и виноградарство заняли въ земледѣль-  
чествѣ постепенно устойчивое положеніе  
отъ времія времія, но въ вѣкѣ Золото-  
го века греки испытывали настѣп. вѣкѣ  
переселенія, вскорѣ болѣзни и передѣлки  
въ метрополіи дѣлали виноградъ, сокращая  
его въ супостати съ выращиваніемъ  
специй и овощей.

А. Морѣ Египта и И. и М. Гибралтаръ сады имѣютъ,  
какъ и въ Европѣ пасынки, какъ въ Европѣ  
имѣютъ въ Египте и Гибралтарѣ виноградъ -  
одинъ Григорій Севастіанъ пишетъ въ  
своихъ письмахъ и что это чудо чудеса  
бываетъ - виноградъ въ Египтѣ можетъ растѣть  
безъ земли и въ Египтѣ въ Египтѣ въ Египтѣ  
растѣть въ Египтѣ и въ Египтѣ въ Египтѣ  
растѣть въ Египтѣ и въ Египтѣ въ Египтѣ

Факсимиле письма Д. И. Менделеева.

производства передано мною еще в 1890 и 1891 гг. сухопутному артиллерийскому ведомству<sup>5</sup>. Ближайший помощник Менделеева в научно-технической лаборатории Морского ведомства И. М. Чельцов писал, что Менделеев еще в 1890 г., «имея в виду желатинацию (пироксилина.— Авт.) посредством спирто-эфирного растворителя, предложил заменить сушку методическим промыванием 95°-м спиртом»<sup>6</sup>.

6 апреля 1893 г. инспектор пороховых заводов предложил Охтенскому и Казанскому пороховым заводам представить проект «устройства» для сушки пироксилина спиртом. Опыты сушки таким методом были поставлены на Казанском заводе. Отработанный спирт после сушки имел крепость 12°<sup>7</sup>.

Чтобы разыскать оригинал письма Менделеева Студзинскому, мы обратились к архивным материалам Охтенского порохового завода, хранящимся в Государственном историческом архиве Ленинграда.

<sup>5</sup> См. списку 3.

<sup>6</sup> «Энциклопедический словарь» Брокгауза и Ефрона, т. ХХIV, кн. 48, 1898, стр. 590 (статья И. М. Чельцова «Порох»).

<sup>7</sup> ГИАЛО, ф. 1285, оп. 2, № 25, 1893/97, лл. 2 и 31.

ской области, где и обнаружили копии двух упомянутых выше писем Студзинского<sup>8</sup> и письмо к нему, подписанное Менделеевым (от 18 октября 1893 г.), с его собственноручной припиской<sup>9</sup>. В письме сообщалось, что идея сушки пироксилина спиртом была высказана Д. И. Менделеевым Г. А. Забудскому в присутствии И. М. Чельцова. Чельцов подтверждает это в своей статье, опубликованной им в «Энциклопедическом словаре».

В начале декабря 1893 г. хозяйственный комитет Охтенского завода решил приступить «к приспособлению» здания серного завода под «фабрику» для сушки пироксилина спиртом<sup>10</sup>.

Как видно из приведенных материалов, идея сушки пироксилина спиртом принадлежит Менделееву, хотя и не исключена возможность, что эта мысль возникла и у фейерверкера Охтенского завода Захарова.

<sup>8</sup> Там же, лл. 123 и 145.

<sup>9</sup> Там же, лл. 141—144. Последняя страница представлена в форме репродукции.

<sup>10</sup> Там же, л. 159. Журнал хозяйственного комитета Охтенских пороховых заводов. Запись от 3. XII 1893.

ЕГО ПРЕВОСХОДИТЕЛЬСТВУ А. И. СТУДЗИНСКОМУ

18 окт. 1893 г. СПб.

Милостивый государь

Александр Иванович<sup>11</sup>,

В письме Вашего Превосходительства, от 16-го октября 1893 г. за № 6612, Вы спрашиваете: «кому из чинов Сухопутного Артиллерийского ведомства я сообщил идею вымочки пироксилина в спирте для устраниния опасной сушки этого материала», как о том упомянуто в докладной записке, представленной мною в июне 1893 года Его Высокопревосходительству Господину Управляющему Морским Министерством. Прежде чем ответить на этот вопрос, имею честь сделать три необходимых замечания: 1) вышеупомянутая записка моя есть секретная, и я ее Вашему Превосходительству не препровождал; 2) вымочка пироксилина в спирте, по моей мысли, не только должна служить для замены опасной сушки водного пироксилина безопасною вымочкою спиртом, но также к улучшению качества пироксилина, равно как к упрощению (а потому и удешевлению) производства пороха; 3) меня радует то обстоятельство, что хоть и поздно, но все же упомянутая мысль находит осуществление в русской пороховой практике.

Мысль о вымочке промытой нитроклетчатки в спирте пришла мне вместе с рядом других (например, о сбираании испаряющегося растворителя, о замене крепкой, а потому и более дорогой, азотной кислоты более слабой и т. п.) мыслей летом 1890 года, когда я изучал дело бездымного пороха и осматривал соответственные заграниценные заводы. Но мысль об этом приеме производства бездымного пороха я считал настолько естественною и технически несложную, что сообщал ее тогда же всем тем, с кем имел случай говорить о технике бездымного пороха, не записывая имен лиц, которым делал такое сообщение.

<sup>11</sup> Слова «А. И. Студзинскому» и «Александр Иванович» написаны собственноручно Д. И. Менделеевым. — Авт.

Когда осенью 1890 года я вступил членом Артиллерийского Комитета и посыпал строившийся Охтенский завод бездымного пороха, я был лишь в среде сухопутных артиллеристов (имен которых не записал) и сообщил им в числе других и упомянутую выше мысль, но тогда же получил указание, что все дело ведется Г. Мессеном и никаких нововведений пока не предполагается делать, что моими мыслями, может быть, лишь когда-либо впоследствии воспользуются. Из артиллеристов сухопутного ведомства мне приходилось тогда иметь больше всего дела с капитаном Панищко, с ним я виделся чаще, чем с другими артиллеристами и я очень хорошо помню ряд его выражений, относящихся к осуществлению моей мысли о вымочке пироксилина в спирте, к чему мы с ним возвращались столь же неоднократно, как и к вопросу о способах сбивания растворителя и к работе с слабою азотою кислотою. Г. Панищко говорил тогда о вымочке в спирте, как о мысли моей ему хорошо известной, но считавшейся им, как и ряд других моих предложений, делом будущего, считая, что настоящее (1890 г.) определялось лишь примером Франции и указаниями Г. Мессена, что повторял мне не раз и Его Превосходительство Л. П. Софиано. Ни о каких опытах вымочки спиртом, производившихся на Охтенских заводах, ни от Г. Панищко, ни от кого либо другого из сухопутных артиллеристов я ничего не слыхал и из письма Вашего Превосходительства не видно с какого времени они начались. Обратившись затем, согласно желаниям Сухопутного Артиллерийского ведомства, к вопросам лишь одной экономической стороны дела бездымного пороха\*, я должен был оставить всякие свои технические указания, касающиеся производства пороха в Сухопутном ведомстве<sup>12</sup>, не могши найти здесь осуществления, и напомнил о них затем лишь однажды, когда произошел взрыв пироксилиновой сушки на Охтенском пороховом заводе, о чем я узнал вместе со всеми другими. В один из ближайших дней после сего взрыва (если не ошибаюсь весной 1892 года) я при свидании с Генералом Костицким напомнил ему о своем давнем предложении и упомянул о том, что пора его осуществить уже по той причине, что повторения взрыва при сушке тогда быть не может, потому что сушка по моему предложению уничтожается совершенно. В заключение, имею честь просить Вас не отказать уведомить меня по возможности в непродолжительном времени (выражаясь как и Вам было угодно писать ко мне): во-первых, о том, когда начались опыты Г. фейерверкера Захарова с вымочкой в спирте, и, во-вторых, к каким результатам привели они, уведомляя Вас о том, что полные опыты, произведенные в Морской Научно-технической лаборатории, привели к прекрасным результатам и к окончательной выработке приемов вымочки пироколлоидия спиртом. Прошу извинить, что на место одного Вашего вопроса я решаюсь обратиться

\* О сем предмете я и составил (в 1890 г.) особую записку, поданную Его Высокопревосходительству Г. Военному Министру. Во многих местах этой записки я ясно отметил, что не говорю особо о технической стороне предмета по той именно причине, что она была передана целостию в ведение Г. Мессена и ход его опытов мне не сообщался. Сообщу Вам, что я даже надеялся, что мое предложение о вымочке спиртом будет введено без моего ведения, так как считал дело очень ясным, а о том, что делается на заводе в эпоху его стройки, меня просили не спрашивать. В выписке на стр. 61 и 62 выше упомянутой записи упомянуто о возможности полного устранения опасности от взрыва при сушке, но во всей записке, по причинам, изложенным на стр. I и II, устраниены всякие вопросы о переменах в технике бездымного пороха, которая одна в сущности отвечала моей специальности, как химика.

P. S. Мой друг И. М. Чельцов сообщил мне, что он хорошо помнит, как я при нем говорил о вымочке спиртом пироксилина Григорию Александровичу Забудскому и что это было давно в Морской Научно-технической лаборатории. Смею Вас уверить, что я сам этого совершение не помню и вообще не имею привычки помнить мелочи обстоятельства разговоров. (Весь абзац, начиная со слов «Мой друг И. М. Чельцов...», написан Менделеевым. См. факсимile.— Авт.).

<sup>12</sup> Слова «касающиеся производства пороха в Сухопутном ведомстве» — вписаны Менделеевым. — Авт.

13 Вопросы истории естеств. и техники, в. 3.

к Вам с двумя, и надеюсь, что Вы ответите мне с такою же готовностью, с какою я спешил ответить на вопрос Ваш, мне предложенный.

С истинным почтением и совершенством преданистю имею честь быть

Д. Менделеев

#### ПРИМЕЧАНИЕ

1. Управляющим Морским министерством с 1888 по 1896 г. был И. М. Чихачев, которому Менделеев подал три «записки»— 16 октября 1892 г., 5 мая 1893 г. и в июне 1893 г. См. Д. И. Менделеев. Сочинения, т. IX, 1949, стр. 169—207.

2. С. В. Панищко (1852—1891) — талантливый артиллерийский офицер, погибший на Охтенском заводе во время снаряжения снарядов мелинитом. Его биографию см. «Русск. биографич. словарь» (Панищко, стр. 267); «Артиллер. журн.», 1891, № 12; «Новое время», 1891, № 5663;

«Русск. инвалид», 1891, № 250.

3. И. М. Чельцов (1848—1904) — магистр химии, член Морского технического комитета, преподаватель технологии взрывчатых веществ минного офицерского класса. См. «Научное наследство», т. II, М., Изд-во АН СССР, 1951, стр. 294.

4. Г. А. Забудский (1854—1930) — генерал-лейтенант артиллерии, член Артиллерийского комитета, автор трудов по пороходелию, председатель Комиссии по организации производства азотной кислоты дуговым методом (1915—1917).

#### ПИСЬМО Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА В. И. КОВАЛЕВСКОМУ<sup>1</sup>

Последние годы жизни Д. И. Менделеева до сих пор остаются мало изученными. Тем больший интерес представляет найденное в Центральном государственном историческом архиве в Ленинграде письмо Д. И. Менделеева, написанное им из г. Капи, директору Департамента торговли и мануфактур Министерства финансов В. И. Ковалевскому. Автор этого письма, обнаруженного в личных фондах Ковалевского, до сего времени был неизвестен.

В должности директора департамента В. И. Ковалевского состоял с 1892 г. и Д. И. Менделеев, будучи примерно с этого же времени управляющим центрального метрологического учреждения России — Главной палаты мер и весов,—был по работе связан с В. И. Ковалевским. Д. И. Менделеева с В. И. Ковалевским связывала также и общность взглядов на экономическое развитие России, ее индустриализацию; по-немногу между ними установились дружеские отношения. Настоящее письмо написано 12 мая 1902 г., когда Д. И. Менделеев ездил за границу, главным образом, «для определения (совместно со своим помощником астрономом Ф. И. Блумбахом) ускорения тяжести». После основных наблюдений, проведенных в Париже, Менделеев поехал отдыхать на юг Франции.

Как видно из письма, Д. И. Менделеев был полон разнообразных творческих планов и намерений. Интересно напомнить, что в 1900—1901 гг. он был занят, помимо работ по управлению Главной палатой мер и весов, редактированием библиотеки промышленных знаний и со-ставлением экономического труда «Учение

о промышленности», работами, связанными с Всемирной выставкой 1900 г. в Париже, где он был товарищем председателя химической группы; организацией вискозного производства и т. д.<sup>2</sup>

Письмо относится к тому времени, когда Менделеев закончил и отправил С. Ю. Витте свою записку о нуждах сельского хозяйства. Эта записка была первоначально, 1 мая 1902 г., направлена из Парижа В. И. Ковалевскому, и, по-видимому, к моменту написания публикуемого письма Д. И. Менделеев получил от Ковалевского полное одобрение высказанных им положений, что и нашло отражение в письме («Ваше письмо, пролив бальзам на душу мою» и т. д.). В записке ставились вопросы о соотношении промышленности и сельского хозяйства<sup>3</sup>. Самого же письма Ковалевского к Д. И. Менделееву нам найти не удалось.

Работая над экономическими проблемами в 90-х годах прошлого века и подготавливая к изданию свои обобщающие социологические труды в начале XX в. («Учение о промышленности», «Заветные мысли» и «К познанию России»), Д. И. Мен-

<sup>1</sup> Публикация и примечания А. Екимова.

<sup>2</sup> См. «Архив Д. И. Менделеева», т. I, Изд-во ЛГУ, 1951, стр. 25 и др.

<sup>3</sup> См. Д. И. Менделеев. Собр. соч., т. 16, 1951, стр. 325—338, и рукопись в библиотеке Д. И. Менделеева, т. 1044, 83. В дневнике Д. И. Менделеев отмечает получение письма от Ковалевского 10 мая 1902 г.

делеев усиленно изучал экономику и социологию. В частности, в 1899 г. он знакомится с работами Габриэля Тарда и занимается ими.

Книги Тарда не удовлетворили Д. И. Менделеева, искавшего новые идеи в политической экономии. Менделеев рассматривал политическую экономию как отрасль точного знания. Будучи в 1902 г. в Париже, Д. И. Менделеев ищет личного свидания с Тардом. 3 мая 1902 г. при содействии И. И. Мечникова и социолога М. М. Ковалевского он встречается с Тардом спацеля на его лекции в Collège de France, а затем в ресторане Фойо. В тот же день Менделеев записывает в дневнике: «Тард тут разговорился, но его воззрения, особенно на религию, мне показались слабы»<sup>4</sup>.

Более развернутый отзыв о Тарде Менделеев дает в публикуемом письме.

<sup>4</sup> НАМ ЛГУ. Зап. книжка. Дневник 1897—1902, л. 53.

из Капи (Франция)<sup>5</sup>

12 м[ая]  
29 апр[еля]

1902 Капи

Высокоуважаемый Владимир Иванович,

Ваше письмо, пролив бальзам на душу мою заставило меня послать (вчера, в воскресенье) написанное и переписанное Сергею Юльевичу. Чувствую, что силы падают и срок недалек, а потому на остаток не хочу боязливо откладывать, а где могу считаю долгом говорить. Хотелось бы писать к молодежи, да знаю, что всего не выложишь, а недосказанное подвергнется такому кривотолку, что, пожалуй, вместо пользы будет и вред.

Примечательно, что и во многих сферах науки теперь не мало смуты, надо и тут не молчать, чтобы ложные увлечения не завлекли. Думал было писать отдельную книгу, но, обдумав дело, решил пока остановиться на новом редактировании своей химии<sup>6</sup> и так сказать кое-что (конечно, научное) попутно<sup>7</sup>. Когда это закончу (лишь бы успеть?), тогда только примусь за вопросы экономические. Обед с Тардом в Париже состоялся. Да, он интересен, много передовых мыслей, по все же, признаюсь, меня он не удовлетворил, потому что все у него абстракты логические — рационалистического (хотя он уже не просто — позитivist) свойства, мириющие с действительностью, но не способные указывать ей выходы — конкретно.

Простите, что заболтался. Это оттого, что мучительно ворочается внутри много мыслей, возбуждаемых отдыхом, который себе дозволяю, пока Блюмбах кончает наблюдения в Париже. Жду его дней через 8, а тогда вместе — в Буда-Пешт. Там все подстрою, оставлю Блюмбаха — и домой<sup>8</sup>, так как умирать здесь не желаю и, от какого-то внутреннего непокоя, работаю здесь хуже, чем могу это делать вблизи своего уголка. Притом необходимо на месте позаботиться о том, чтобы начатые в Палате постройки были доведены до конца, а это без Вашего содействия и без личных хлопот не может быть своевременно достигнуто. Посездка эта показала мне вновь, что мы в Палате стали на такой путь, который отвечает одной из сторон запросам

<sup>5</sup> Письмо на бланке отеля Аугуста, 2 листа почтовой бумаги с оборотом.

<sup>6</sup> Редактирование седьмого издания, авторское предисловие подписано Д. И. Менделеевым 27 ноября 1902 г.

<sup>7</sup> «Попытка химического понимания мирового эфира», печатавшаяся в № 1, 2, 3 и 4 Вестника и библиотеки самообразования за 1903 г., столбцы 1—34, авторская помета, окт. 1902 г.

<sup>8</sup> Полагаю около нашего 15 мая. До тех же пор: если будет надобно, Budapest (Hongrie) Poste rest. (прим. Д. И. Менделеева.)

времени. Ах, если бы людей можно было понимать так же объективно и просто, как природу! Тогда легко было бы идти вперед.

Погода стоит здесь чудная, тепло, но еще нет жаров и дождь редок, в неделю — не более дня. Кругом меня теперь собирают *fleurs d'orange*.

Дай бог Вам всего хорошего

Душевно преданный  
Д. Менделеев

ИАМ ЛГУ, 2 фонд, фотокопия автографа, подлинник в ЦГИАЛ, ф. 864, оп. 1, д. 1,  
л. 53.

## СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

### РАЗРАБОТКА РУССКИМИ ФИЗИКАМИ XIX ВЕКА ПРОБЛЕМ МАКСВЕЛЛОВСКОЙ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ

Теория Максвелла при своем появлении встретила такое же непонимание у подавляющего большинства современных физиков, какое встретила позднее квантовая механика. В речи «Современное состояние физической теории», прочитанной Н. А. Умовым 21 марта 1900 г., прямо указывается, что с возникновением теории Максвелла «утверждается совершенно новое положение, идущее вразрез с основной методикой классической физики». Умов формулирует этот вывод следующим образом:

«Решительный удар классической физике наносит Максвелл, который, следуя идеям Фарадея, объясняет все наблюдаемые взаимодействия в области электромагнитных явлений механическим состоянием среды, электромагнитного поля, в которое погружены взаимодействующие тела»<sup>1</sup>.

Освоение этого нового попытки электромагнитного поля затруднилось тем, что экспериментальная база теории была далеко не достаточна. Необходимо было:

1) изучить роль среды в электрических и магнитных взаимодействиях;

2) изучить связь оптических и электрических характеристик; в частности, измерить скорость света электрическим методом;

3) подтвердить максвелловское обобщение понятия тока, доказать экспериментально принцип замкнутости тока, измерить ток смещения;

4) получить и исследовать электромагнитные волны;

5) изучить механические свойства электромагнитного поля.

В разработке этих проблем активное участие приняли физики России.

Уже в 70-х годах начались исследования русских физиков по первым трем группам перечисленных выше проблем. Одни

из ведущих русских физиков второй половины XIX в. А. Г. Столетов (1839—1896), начал свою научную деятельность экспериментами по изучению влияния динамической среды на электромагнитные явления. Эти эксперименты ставились им совместно с К. А. Рачинским в Гейдельберге в 1862—1863 гг. Докторская диссертация Столетова, защищенная им в 1871 г., была посвящена исследованию магнитных свойств железа. Результатом исследования была разработка классической методики снятия кривой намагничивания железа и установления факта нелинейной зависимости коэффициента магнитной восприимчивости от поля. С 1876 г. А. Г. Столетов начал эксперименты по измерению отношения магнитной единицы электричества к электростатической. Это отношение он называл электромагнитной постоянной Максвелла и указывал на его важное теоретическое значение: электромагнитная постоянная, по всей вероятности, тождественна скорости света в вакууме. Сообщение о своих опытах Столетов сделал на Варшавском съезде русских естествоиспытателей и врачей в 1876 г., а затем на VI съезде в Петербурге в 1879 г. Заметка о его опытах со сконструированным им абсолютным конденсатором была напечатана в «Journal de Physique théorique et appliquée» за 1881 г. На Первом международном конгрессе электриков в Париже в 1881 г. Столетов внес предложение (принятое конгрессом) о сохранении электростатической (CGSE) и электромагнитной (CGSM) единиц «ради напоминания о той связи, которая существует, по-видимому, между электричеством и светом» и дополнительное предложение о том, чтобы Международная комиссия, коей поручается установить «электромагнитные единицы», занялась также точным определением со всеми средствами современной науки того отношения, которое существует между электромагнитными и электростатическими единицами».

<sup>1</sup> Н. А. Умов. Собрание сочинений, т. III, М., 1916, стр. 168—169.

ицами». Предложение было также принято Конгрессом.

Существенный вклад в разработку проблем максвелловской электродинамики был внесен учеником Столетова Н. И. Шиллером.

В 1874 г. Шиллер опубликовал «Опытное исследование электрических колебаний». Одной из задач этого исследования было измерение диэлектрической проницаемости в переменных полях и проверка закона Максвелла  $\epsilon^2 = \epsilon_0$ . Это был первый шаг в разработке электрической спектроскопии. Полученные Шиллером результаты были процитированы Максвеллом в его посмертном труде «Электричество в элементарном изложении» вместе с результатом измерений П. А. Зилова и Л. Больцмана как подтверждающие вывод теории о том, что диэлектрическая постоянная, или индуктивная емкость, приблизительно равна квадрату показателя преломления. Шиллером был также проверен важнейший принцип теории — принцип замкнутости тока. Этому вопросу была посвящена его диссертация «Электромагнитные свойства концов разомкнутых токов и диэлектриков», выполненная им в 1875 г. и опубликованная в 1876 г. Эти свойства, по теории Гельмгольца, должны отличаться от свойств замкнутых токов, по теории Максвелла — не должны. Вывод Шиллера был в пользу второй точки зрения: «в электродинамическом отношении нет концов тока и диэлектрики действуют, как проводники». Таким образом, исследование Шиллера косвенно было подтверждено фундаментальная гипотеза Максвелла о существовании токов смешения.

В 1875 г. другой ученик А. Г. Столетова — П. А. Зилов провел «Опытные исследования диэлектрической поляризации в жидкостях». Целью исследования была опытная проверка результатов максвелловской электромагнитной теории света, изложение которой составляет теоретическую часть работы.

Полученные им результаты, как было сказано, приводились Максвеллом, а разработанная Зиловым методика была использована Колом и Аронсом для измерения диэлектрической проницаемости воды, которая оказалась аномально большой (около 80). Этот результат имел большое принципиальное значение. Результат Колом и Аронса был подтвержден тем же методом С. Я. Терешиним (1889). Позднее уже в XX в. (1906—1908) русский физик Р. А. Колли обнаружил дисперсию электромагнитных волн в воде.

Весьма интересной была дискуссия Р. А. Колли и И. И. Боргмана по вопросу о существовании пондеро-электрической части энергии токов. Как известно, опыты Максвелла показали, что эта часть энергии равна нулю или неопределима. Колли повторил эксперимент с электролитами, в которых различная инерция при ускорении приводила к возникновению

электродвижущих сил. Эти эксперименты Колли послужили отправным пунктом для дальнейших исследований Де-Кудра, методика которого легла в основу классических опытов Сьюарта-Толмэна по определению удельного заряда электронов проводимости.

Поворотным пунктом в разработке максвелловской теории послужили классические исследования Герца, впервые обнаружившего и измерившего отпочковавшееся от излучателя электромагнитное поле. Опыты Герца произвели огромное впечатление в России. Столетов объявил себя «пропагатором герцологии». Исследования Герца явились стимулом для его собственных исследований фотоэлектрических явлений и дали ему повод высказать замечательную догадку о существовании в спектре Солнца лучей с длиной волны порядка сантиметра и десятка сантиметров.

В январе 1894 г. на Московском съезде естествоиспытателей и врачей с докладом об опытах Герца выступил П. Н. Лебедев. Эффектные демонстрации Лебедева имели большой успех.

Лебедев не только повторил опыты Герца, но и продолжил их. Сконструировав миниатюрные излучатели и приемники электрических колебаний, Лебедев получил предельно короткие электромагнитные волны ( $\lambda = 6$  мм) и обнаружил для этих волн двойное лучепреломление в кристаллах серы. Рубенс, работавший с длинными инфракрасными волнами, при встрече с Лебедевым выразил пожелание «встретиться в эфире». Эта встреча была осуществлена А. А. Глаголевой-Аркадьевой в 1922 г., сконструировавшей генератор ультра-ультрап-коротких волн («массовый излучатель»).

В том же 1895 г., в котором появилась работа Лебедева, 7 мая А. С. Попов демонстрировал на заседании Русского физико-химического общества сконструированный им приемник электромагнитных волн с антенной. В марте 1896 г. на заседании того же общества Попов осуществил передачу и прием радиограммы, состоящей из двух слов «Генрих Герц». Электромагнитная волна получила техническое применение.

Учение об электромагнитном поле в 90-е годы существенно обогатилось. По Максвеллу, электромагнитное поле является носителем энергии. Однако других механических характеристик (энергию Максвелл считал механическим потенциалом) Максвелл к полю не применил. Вследствие этого его вывод о существовании давления электромагнитных волн, основанный на концепции статических давлений и напряжений фарадеевских трубок, не мог считаться законным и встретил возражения у ряда физиков.

Еще в 1873—1874 гг. Н. А. Умов, исходя из общих представлений о потенциальной энергии как энергии движения скрытых масс, разработал учение о потоке энер-

гии и ввел векторную характеристику этого потока. Эта характеристика совпадает с величиной так называемого вектора Пойнтинга — ученого, развившего в 1884 г. учение о переносе энергии в электромагнитном поле. Результаты, полученные Пойнтингом, представляют собой развитие в области электродинамики идеи, высказанной в общей форме Умовым в 1873 г.

В 1893 г. Д. Д. Томсон применил к электромагнитному полю понятие импульса, объемная плотность которого пропорциональна вектору Умова — Пойнтинга. Отсюда можно было вывести давление электромагнитных волн и показать, что оно совпадает с величиной, полученной Максвеллом. Однако еще ранее возникли идеи о применении к свету не только механических, но и термодинамических понятий. В 1876 г. Бартоли предложил свой термодинамический вывод светового давления. Этот вывод в 1884 г. был улучшен Больцманом и в 1893 г. подвергнут критическому анализу Б. Б. Голицыным. Голицын в своих «Исследованиях по математической физике» включил электромагнитное поле в класс термодинамических систем, к которым применимы понятия

внутренней энергии, давления и температуры.

Давление света было впервые измерено Лебедевым, сделавшим доклад о своих опытах на Международном конгрессе физиков в Париже в 1900 г.

Теоретические расчеты А. И. Садовского позволяют приписать световой волне и некоторый вращательный импульс. Садовским предвычислением эффект передачи вращательного импульса кристаллической пластинке, перерабатывающей электрически поляризованный свет в линейно поляризованный. Следует упомянуть также об опытах А. А. Эйхенвальда, имеющих существенное значение для электродинамики движущихся сред. Эйхенвальд измерил также магнитное поле тока смешения.

Сказанным далеко не исчерпывается обширный список работ русских физиков по максвелловской электродинамике. Но из приведенного обзора ясно, какой глубокий интерес в русской науке вызвала теория Максвелла и какое влияние она оказала на развитие физики в России в конце XIX в. Вклад, внесенный русскими исследователями в дело укрепления и развития этой теории, имел существенное значение.

П. С. Кудрявцев

## НЕСКОЛЬКО ЗАМЕЧАНИЙ О СОСТОЯНИИ ТЕОРИИ КАПИЛЛАРНОСТИ В XVIII ВЕКЕ

Явления капиллярности (волосности) с давних пор привлекали внимание ученых. Особенно большой интерес вызывали явления волосности во второй половине XVII и в XVIII вв.

Первое достаточно тщательное опытное изучение этих явлений было произведено выдающимся флорентийским ученым Джованни Борелли (1608—1679). Борелли решительно возражал против распространенного мнения, что причиной капиллярного поднятия жидкости является воздушное давление. Он же опытным путем нашел основной закон капиллярности (1670), согласно которому высота поднятия жидкости обратно пропорциональна диаметру капиллярийной трубки<sup>1</sup>.

Теоретическое объяснение капиллярных явлений, данное Борелли, было неудовлетворительным и примитивным. Впрочем, нужно заметить, что не только во второй половине XVII в., но и на протяжении XVIII в. теоретическое объяснение капиллярных явлений оставалось явно неудовлетворительным, вследствие отсут-

<sup>1</sup> Ф. Розенбергер. История физики, ч. 2, М.—Л., 1937; стр. 144. Открытие этого закона ошибочно приписывается (см., напр., «Курс физики», под редакцией акад. Н. Д. Папалекси, т. I, 1948, стр. 220) английскому ученику Джорджу (1684—1750).

ствия в то время правильного представления о характере молекулярного взаимодействия. Поднятие жидкости в тонкой трубке объясняли в XVIII в. притяжением жидкости стенками трубки (Хоксби), причем считалось, что притяжение стенок простирается до оси трубы (Клеро, Бюльфингер, Джюри и др.). Эта точка зрения позволяла исключить из явления волосности роль атмосферного давления, но она же приводила к неправильному заключению, что высота поднятия жидкости должна зависеть от длины трубы (Мушенбрек и др.).

В области изучения капиллярных явлений в XVIII в. большой интерес представляют экспериментальные исследования петербургского академика Вейтбрехта (1702—1747). Вейтбрехт достиг больших результатов в выяснении сущности капиллярных явлений.

Ученик Даниила Бернуlli Вейтбрехт занимался главным образом медицинской, но в течение некоторого времени был профессором физики. Интерес к капиллярным явлениям возник у Вейтбрехта в связи с его работами в области физиологии. Вейтбрехтом написаны две статьи о капиллярах: «Опыт теории, которая объясняет поднятие воды в капиллярных трубках»<sup>2</sup>

<sup>2</sup> I. W e i t b r e c h t. Tentamen theoriae, qua ascensus aquae in tubis capillariis,

и «Объяснение весьма трудных опытов, относящихся к поднятию воды в капиллярных трубках»<sup>3</sup>.

Предел много опытов с цилиндрическими, коническими и сифонобразными капиллярными трубками, Вейтбрехт пришел к совершенству правильным выводам. Он опроверг мнение Мушенбрека о том, что причина поднятия воды в трубке распространяется на всю длину трубы и что, следовательно, высота воды, якобы, тем больше, чем длиннее трубка. Опыты привели Вейтбрехта к следующему заключению: «Таким образом, независимо от того, глубоко ли погружена трубка в воду или только соприкасается с ней, вода поднимается на одну и ту же высоту»<sup>4</sup>.

Далее, Вейтбрехт подтвердил, что высота поднятия воды зависит от диаметра капиллярной трубы: «Отсюда следует, что в конических трубках и вообще в трубках неодинакового диаметра высота воды находится в обратно пропорциональном отношении к диаметрам наибольших окружностей, к которым наиболее высокая поверхность воды прилегает»<sup>5</sup>. Сам по себе этот результат не был новым, но в ту пору он нуждался в более точном экспериментальном подтверждении.

Причину истечения жидкости через сифон Вейтбрехт истолковал с поразительной для того времени правильностью. Основную причину он видел в тяжести столба жидкости, заполняющего вспенное более длинное колено.

Теория капиллярности, на которой основывался Вейтбрехт, базируется на правильном утверждении, что молекулы воды притягиваются друг к другу слабее, чем к молекулам стекла, но страдает общим для физики XVIII столетия недостатком: в ней отсутствует представление о поверхности слов, в котором, как известно, и

ribus explicatur. «Commentarii Academiae Imperialis Scientiarum Petropolitanae», t. VIII, (1736), 1741, стр. 261—309.

<sup>3</sup> I. Weitbrecht. Explicatio difficiliorum experimentorum circa ascensum aquae in tubos capillares. «Commentarii Academiae Imperialis Scientiarum Petropolitanae», t. IX (1737), 1744, стр. 245—309.

<sup>4</sup> Там же, стр. 286—287.

<sup>5</sup> Там же, стр. 292.

действуют капиллярные силы. Однако следует обратить внимание на то, что во всех случаях Вейтбрехт говорит о действии «наиболее периферий», т. е. мениска, а это уже соответствует современной точке зрения. Именно ассоциация к «наиболее периферий» и позволила Вейтбрехту правильно истолковать результаты своих многочисленных опытов с капиллярными трубками.

В конце статьи Вейтбрехт пишет: «Мое совершенно безразлично, что кто-либо назовет изложеннюю здесь теорию теорией Хоксби или Джюрина, только более развернутой. Наименование теории не поможет установлению верности теории, хотя, конечно, и не повредит ей. Мы, однако, должны помнить, что слово *притяжение* не обозначает какую-то особую физическую причину, но есть какое-то общее явление, причину которого еще предстоит открыть»<sup>6</sup>.

В Западной Европе исследования Вейтбрехта были известны и их высоко ценили. Об этом можно судить хотя бы по книге Либа<sup>7</sup>. В § 8 Либ пишет: «Великий геометр Клеро является первым, кто сделал попытку объяснить явления, происходящие в капиллярных трубках, не прибегая к атмосферному давлению... Механизм, который предполагает Клеро, не является механизмом природы, а только воображением Клеро. В прекрасном мемуаре, которым Вейтбрехт обогатил Петербургский академический сборник (см. т. VIII), этот способный физик объяснил гораздо проще и удовлетворительнее то важное явление, которым мы сейчас занимаемся. В целом ряде предложений и рассуждений, основанных на эксперименте, он создал прекрасную теорию, которой краткое изложение я даю отдельно, чтобы не заставлять читателей скучать над длинными деталями»<sup>8</sup>.

Знакомство с трудами Вейтбрехта позволяет нам сделать заключение, что он достиг значительных успехов в отыскании экспериментальных основ теории капиллярности.

Н. А. Бессонов, А. Е. Кастанский

<sup>6</sup> Там же, стр. 309.

<sup>7</sup> A. Libos. Histoire philosophique des progrès de la physique, t. 3. Paris, 1812.

<sup>8</sup> Там же, стр. 177—179.

## МЕТОД ЭЙЛЕРА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ДУЛЬНОЙ СКОРОСТИ И ЕГО ТЕОРИЯ УПРУГОСТИ ГАЗОВ

В 1957 г. исполняется 250 лет со дня рождения Леонарда Эйлера — гениального ученого, прославившегося выдающимися открытиями в области математики, механики, математической физики и других отраслей науки. Среди огромного числа работ Эйлера сравнительно немного исследований по баллистике. Однако все они

имеют первостепенное научное значение и сыграли важную роль в развитии артиллерийской науки.

Вопросам внутренней баллистики посвящена значительная часть его добавлений к книге английского артиллериста Робинса «Новые принципы артиллерии» (B. Robins. New principles of gunnery),

опубликованной в 1742 г. Эйлер перевел этот труд на немецкий язык, снабдил его добавлениями и опубликовал в 1745 г.<sup>1</sup>. Спустя почти 40 лет, в 1783 г., книга Робинса с добавлениями Эйлера была переведена на французский язык<sup>2</sup> известным ученым Ломбардом и именно в этом издании получила широкую известность среди артиллеристов.

Первая из двух частей «New principles of gunnery» посвящена теоретическому определению дульной скорости по известным: максимальному пиростатическому давлению, длине канала ствола, по диаметру снаряда и его весу, в предположении, что пороховой заряд сгорает мгновенно, т. е. до того момента, когда снаряд придет в движение под действием расширяющихся пороховых газов. В сущности, теоретическое определение дульной скорости сводилось к изучению характера движения снаряда по длине канала ствола.

Эйлер занимался решением той же задачи, которую поставил перед собой Робинс. Однако по глубине, обстоятельности и строгости изложения его исследование значительно превосходит работу английского артиллериста. Добавления Эйлера отличались прежде всего широким применением достижений математического анализа и проникновением в физический смысл сложных явлений. При этом он привлекает и анализирует экспериментальный материал, которым изобилует книга Робинса. Эти принципы исследования Эйлера привлекают особенное внимание к изучению его добавлений. Кроме того, Эйлеру удалось получить целый ряд выводов, которыми в настоящее время почти в той же форме пользуются во внутренней баллистике.

Эйлер полностью разработал теорию движения снаряда по каналу ствола орудия, построенную при различных упрощающих допущениях, с последующим усложнением постановки задачи.

Изучению движения снаряда по каналу ствола орудия и определению дульной скорости Эйлер начинает с простейшего случая, допуская, что пороховой заряд сгорает мгновенно, а на снаряд действует сила, обусловленная давлением расширяющихся пороховых газов. Это была та же задача, которую решал и Робинс. Однако если автор «New principles of gunnery» решал ее, пользуясь геометрическим методом, то Эйлер обратился к алгебре, т. е. к аналитическим приемам исследования.

<sup>1</sup> L. Euler. Neue Grundsätze der Artillerie. Aus dem englischen des Herrn Benjamin Robins übersetzt und mit vielen Anmerkungen versehen. Berlin, 1745.

<sup>2</sup> «Nouveaux principes d'artillerie» de M. Benjamin Robins, commentés par M. Léonard Euler, traduits de l'allemand, avec les notes par M. Lombard, Prof. aux Ecoles d'artillerie à Auxonne, 1783.

Задача сводилась к определению дульной скорости по известному максимальному пиростатическому давлению, развивающемуся при сгорании порохового заряда в замкнутом пространстве.

Решение Эйлера основывалось на допущении, принятом и Робинсом, что с перемещением снаряда по длине канала ствола давление пороховых газов изменяется по закону Бойля — Мариотта, т. е.

$$p = p_m \frac{l_1}{l_1 + l},$$

где  $p_m$  — максимальное пиростатическое давление;  $l_1$  — длина каморы;  $l$  — путь снаряда, по прохождении которого давление в замкнутом пространстве равно  $p$ .

В то время использование закона Бойля — Мариотта для определения дульной скорости было значительным шагом вперед. Однако, как известно, этот закон, основывающийся на допущении постоянства температуры расширяющихся пороховых газов, весьма приближенно отражает действительную картину явлений, происходящих в канале ствола. На самом деле, при движении снаряда по каналу ствола, температура меняется в значительных границах, в силу чего в настоящее время применяют адабатический закон расширения.

В первом приближении Эйлер принимает, что на снаряд действует лишь давление пороховых газов. В таком случае уравнение движения снаряда<sup>3</sup> имеет вид

$$dh = \frac{p_m s}{q} \frac{l_1 dl}{l_1 + l},$$

где  $h$  — высота, с которой должен падать в безвоздушном пространстве снаряд, чтобы приобрести скорость  $v$ , соответствующую данному положению снаряда по длине канала ствола;  $S$  — площадь поперечного сечения канала;  $q$  — вес снаряда.

Искомую дульную скорость  $v_d$  Эйлер находит, интегрируя полученное дифференциальное уравнение

$$v_d = \sqrt{2g \frac{p_m s}{q} l_1 \ln \left( \frac{l_{\text{ки}}}{l_1} + 1 \right)}.$$

К точно такой же формуле пришел и Робинс.

Эйлер и Робинс при первоначальном выводе формулы для дульной скорости не могли учесть всех многочисленных факторов, имеющих место при выстреле.

Следующим усложнением решаемой задачи является учет сил сопротивления, действующих на снаряд во время его движения

<sup>3</sup> В современной форме дифференциальное уравнение движения имеет следующий вид:

$$\frac{dv}{dt} = \frac{gp_m s}{q} \frac{l_1}{l_1 + l}.$$

ния по каналу ствола. В первую очередь Эйлер оценивает величину силы сопротивления воздуха и атмосферного давления. Эйлер принимает, что сила сопротивления воздуха пропорциональна весу столба воздуха высотой  $h$  и площадью основания, равной площади поперечного сечения канала. Иными словами, он полагал, что сопротивление воздуха пропорционально квадрату скорости. Силу, обусловленную действием атмосферного давления, Эйлер считал постоянной и представил в виде  $P_N S$ . При названных допущениях он получал дифференциальное уравнение движения снаряда

$$dh = \frac{P_m S}{q} l_1 \frac{dl}{l_1 + l} - \frac{P_N S}{q} dl - A \frac{h}{q} dl.$$

Ввиду невозможности точно притегрировать это уравнение, Эйлер обратился к приближенному методу, пользуясь разложением в ряд. Это приближенное решение было сделано Эйлером с большим мастерством, а полученная формула дульной скорости позволила оценить влияние уточненных сил сопротивления. Сопоставляя уточненное значение дульной скорости с результатами, полученными по формуле, выведенной без учета сил сопротивления, Эйлер приходит к выводу, что поскольку сопротивление воздуха и атмосферное давление не оказывают сколько-нибудь существенного влияния на величину дульной скорости, их можно не принимать в расчет.

Справедливость полученного Эйлером вывода была подтверждена более поздними исследованиями. В частности, к такому же заключению пришел выдающийся русский ученик И. В. Масенский в работе «Об опытах, произведенных в ноябре 1867 года на сталелитейном заводе Крупца над определением давлений пороховых газов в канале орудий» (1869).

Другим фактором, влияющим, по мнению Эйлера, на уменьшение дульной скорости, является прорыв пороховых газов через отверстие в казенной части орудия, предназначенное для сообщения заряду огня, и зазор между снарядом и каналом ствола. Кроме того, Эйлер указывает еще на одну причину уменьшения дульной скорости — на трение снаряда о поверхность канала.

При решении задачи определения дульной скорости на основе гипотезы мгновенного сгорания заряда, влияния утечки газов Эйлер не анализирует.

Трение снаряда о поверхность канала в большей степени, по мнению Эйлера, оказывается на уменьшении дульной скорости в огнестрельном оружии с нарезным каналом ствола, т. е. в мушкетах и карабинах. Эйлер полагал в этом случае силу трения равной весу пули. Однако, даже если допустить, что сила трения при движении пули по нарезному каналу ствола будет в 100 раз больше, чем ее вес, то и в таком случае уменьшение дульной скорости

окажется незначительным. В итоге Эйлер пришел к выводу, что влиянием силы трения можно пренебречь.

С этим выводом Эйлера вполне можно согласиться. Даже если трение уменьшает дульную скорость, то оно много меньше сказывается на ее величине, чем утечка пороховых газов.

Наибольший интерес при определении дульной скорости в предположении мгновенного сгорания заряда представляет теория Эйлера о движении пороховых газов и твердых продуктов сгорания. После критики теории Робинса, Эйлер ставит и решает задачу определения дульной скорости, принимая во внимание, что вся энергия расширяющихся пороховых газов расходуется на сообщение движения снаряда. Эйлер считывает, что часть энергии идет на сообщение скорости пороховым газам и твердым продуктам сгорания, заключенным в заснарядном пространстве.

Эйлер перечисляет следующие неточности, допущенные Робинсом в его теории:

1) давление пороховых газов в каждом слое заснарядного пространства принимается равным некоторой постоянной осредненной величине, одинаковой для всех слоев, в то время, как в действительности давление в каждом из слоев не одинаково;

2) Робинс не принимает во внимание, что энергия расширяющихся пороховых газов расходуется не только на приведение в движение снаряда, но и на сообщение движения пороховым газам и твердым продуктам сгорания.

Многие из высказанных Эйлером положений в теории движения пороховых газов и твердых остатков представляют и в настящее время научную ценность.

Эйлер исходит из следующих положений. Скорость газов в заснарядном пространстве возрастет по линейному закону, изменяясь от нуля у дна канала до скорости, равной скорости снаряда в слое, к нему примыкающему.

Вследствие того, что пороховым газам, прилегающим к дну канала ствола, приходится, как пишет Эйлер, приводить в движение не только снаряд, но и массу впереди лежащих газов, давление у дна канала превышает давление в слое, прилегающем к снаряду. Следовательно, и сила, действующая на снаряд, будет меньше той, которая принималась в предположении некоторого осредненного давления, одинакового для всех слоев газов заснарядного пространства. Однако для пороховых газов разница в давлениях невелика, поэтому вычисленная в предположении неравномерного распределения давления в заснарядном пространстве дульная скорость незначительно отличается от вычисленной Робинсом.

Эйлер составляет дифференциальное уравнение движения снаряда с учетом перемещения пороховых газов и твердых продуктов взрывчатого превращения.

При выстреле приводится в движение образующиеся пороховые газы, воздух, заключенный между зернами пороха, твердые продукты сгорания и снаряд. После сгорания заряда пороховые газы смешиваются с находящимися между зернами пороха воздухом до плотности  $n_3$ , заполняют среднюю часть каморы, объем которой равен  $i$ -й части объема каморы  $(\frac{l_1 S}{i})$ .

Твердые продукты сгорания занимают две равные части объема каморы  $\frac{i-1}{2i} Sl_1$ . Одна из этих частей примыкает к дну канала ствола и находится в неподвижном относительно ствола состоянии; другая расположена непосредственно за снарядом и перемещается с его скоростью.

Далее Эйлер рассматривает твердые продукты сгорания газа, занимающие за снарядом пространство, через некоторый промежуток времени, когда прилегающие к снаряду твердые частицы передвигаются на расстояние  $l$ . К этому моменту объем пороховых газов увеличится, в результате чего их плотность уменьшится и станет равной  $\frac{n_m l_1}{l} \frac{l_1}{i}$ . Массу пороховых газов, движущихся со скоростью снаряда, Эйлер находит равной  $m_1 = \frac{n_m l_1 S}{2ig}$ .

Масса твердых продуктов сгорания определяется выражением  $m_2 = \frac{i-1}{2ig} n_8 Sl_1$ , где  $n_8$  — удельный вес пороха, взятый по отношению к плотности воздуха. Масса приводимого в движение снаряда будет

$$m_3 = \frac{q}{g}.$$

Действующую на снаряд силу Эйлер определяет на основании формулы давления пороховых газов, установленной им в работе «Gentlemen explicationis phaeopometrii aeris», представленной конференции Петербургской Академии наук в 1727 г.<sup>4</sup>

Выведенная Эйлером зависимость для сжимаемости газов представляет несомненный интерес. Особенность установленного закона заключалась в том, что характер изменения давления в зависимости от уменьшения объема был для больших давлений совершенно иной, чем это следовало по закону Бойля — Мариотта. Следовательно, уже в 1727 г. Эйлер считал, что закон Бойля — Мариотта для больших давлений неприменим. В данном случае Эйлер использовал формулу, выведенную им на основании строения воздуха в виде пузырьков и относящуюся, вообще говоря, также к другим газам, в частности к пороховым.

<sup>4</sup> «Commentarii Academiae Imperialis Petropolitanae», 1729, t. II, стр. 347—368.

Воздух, по мнению Эйлера, состоит из бесконечно большого числа сферических пузырьков, причем каждый из них окружен водянистой оболочкой. Пузырек содержит тонкое вещество, врачающееся вокруг его центра. Вследствие возникающей при этом центробежной силы, прижимающей жидкость к водянистой оболочке, последняя растягивается, чем и объясняется стремление воздуха к расширению. При малых давлениях газов в центре пузырька, по гипотезе Эйлера, образуется пустота. В тех же случаях, когда воздух находится под большим давлением, вся внутренняя полость пузырька заполняется тонким веществом. Плотность воздуха при этих условиях достигает максимума и обозначается через  $n_q$ .

Искому упругую силу пороховых газов или, иными словами, давление, Эйлер находит, рассматривая центробежные силы вещества, обусловливающие упругие свойства воздуха.

В результате Эйлер получил для искоемого давления следующую формулу:

$$p = \frac{1 - \sqrt[3]{\frac{n_m l_1}{1 - \frac{n_m l_1}{in_q l}}}}{1 - \sqrt[3]{\left(1 - \frac{1}{n_q}\right)^2}} P_N \beta,$$

где  $\beta$  — коэффициент, учитывающий увеличение давления пороховых газов вследствие температурного эффекта, сопутствующего взрывчатому разложению пороха. Эйлер и Робинс принимали  $\beta = 4$ .

После того, как Эйлер установил характер изменения давления пороховых газов в заснарядном пространстве в функции от пути, пройденного снарядом, он переходит к интегрированию дифференциального уравнения движения части заряда, примыкающей к снаряду. При этом Эйлер полагает, что снаряд отсутствует.

Уравнение движения записывается им в виде

$$\begin{aligned} & \frac{[n_m + (i-1)n_8]l_1}{2i} \frac{dh}{dl} = \\ & = \frac{1 - \sqrt[3]{\left(1 - \frac{n_m l_1}{in_q l}\right)^2}}{1 - \sqrt[3]{\left(1 - \frac{1}{n_q}\right)^2}} P_N \beta - P_N. \end{aligned}$$

где  $P_N$  — атмосферное давление.

Эйлер интегрирует уравнение и получает формулу, позволяющую вычислить величину скорости, с которой пороховые газы вырываются из дульной части ствола огнестрельного оружия в том случае, когда отсутствует снаряд.

При наличии снаряда дифференциальное уравнение, по Эйлеру, имеет следующий

вид:

$$\frac{1}{2i} \left[ n_m l_1 + (i-1) n_q l_1 + \frac{2iq}{S} \right] dh = \\ = \frac{1 - \sqrt{\left( 1 - \frac{n_m l_1}{n_q l_1} \right)^2}}{1 - \sqrt{\left( 1 - \frac{1}{n_q} \right)^2}} p_N \beta - p_N.$$

Это дифференциальное уравнение отличается от предыдущего только коэффициентом при  $\frac{dh}{dl}$ , что позволило Эйлеру воспользоваться решением, найденным для первого уравнения.

Теория движения снаряда в канале ствола орудия, разработанная при гипотезе мгновенного сгорания заряда, интересна в двух отношениях. Эйлер впервые составил уравнение движения не для одного только снаряда, но и для движущихся одновременно с ним пороховых газов и твердых продуктов горения. В итоге Эйлеру удалось найти более точное решение, в котором учтена потеря энергии пороховых газов на сообщение скорости всем движущимся массам.

Установливая уравнения движения, Эйлер исходил из неравномерного распределения газообразных и твердых продуктов разложения в заснарядном пространстве. Эта гипотеза привела его к выводу, что со скоростью снаряда перемещается половина всей массы продуктов разложения. В настоящее время наиболее широкое распространение получило другое допущение, а именно, что газообразные продукты взрывчатого разложения и твердые несгоревшие части заряда распределены в заснарядном пространстве равномерно.

В предложенной Эйлером теории существенный интерес представляет также новый закон сжимаемости газов. В законе впервые делается попытка принять в расчет тот объем, который занимают молекулы при наибольшем сжатии газов. Ины-

ми словами, Эйлер впервые вводит понятие, соответствующее коволюму. При изучении упругих свойств воздуха Эйлер еще в 1727 г. воспользовался этим параметром, как уже говорилось выше.

Надо отметить, что некоторые ученые считали закон сжимаемости недостаточно обоснованным. Так, один из видных представителей Парижской политехнической школы Понселе писал:

«Всегда стремясь привести в соответствие теорию с практикой, Эйлер направил свое решение по пути, мало достойному его гения и основанному на совершенно гипотетической теории физической структуры газов»<sup>5</sup>.

Может быть Понселе и прав, что теория Эйлера недостаточно опирается на опытное изучение физических свойств газов. Однако достоинство выведенного Эйлером закона сжимаемости в том, что в нем за 100 с лишним лет до Бан-Дер-Ваальса было введено понятие, соответствующее коволюму.

Перечисленные достижения Эйлера дают некоторое представление о том существенном вкладе, который он внес в развитие вопросов внутренней баллистики и смежных с ней областей науки. Однако изложенные в настоящей статье сведения дают лишь самое главное из теории Эйлера, основанной на гипотезе мгновенного сгорания заряда, и совершенно не касаются вопросов, относящихся к его теории движения снаряда в канале ствола орудия, базирующейся на допущении постепенности горения порохового заряда, не говоря уже о его работах по внешней баллистике, практическая ценность которых сохранилась до последнего времени.

А. П. Мандрыка

<sup>5</sup> «Rapport sur un mémoire de M. Poncelet sur les effets de la poudre et exposé des recherches antérieures sur le même sujet, fait à l'Académie des sciences dans la séance du 22 août 1836, par une Commission composée de M. M. Arago, Dulong et Poncelet (rapporteur).»

## ДНЕВНИК ПУТЕШЕСТВИЯ МИЧМАНА НИКИФОРА ПОЛУБОЯРИНОВА В ИНДИЮ В 1763—1764 гг.

Далеко не все документы по истории русско-индийских отношений, хранящиеся в государственных архивах СССР, изучены историками. Среди таких документов не может не привлечь внимания карта и «Журнал путешествия мичмана Никифора Полубояринова в Индию» в 1763—1764 гг. В журнале содержатся ценные сведения об экономике, быте и правах индийского народа, сообщается о животном мире и метеорологических условиях Атлантического и Индийского океанов.

В 1762 г. мичман Полубояринов и унтер-лейтенант Козляков вместе с дру-

гими офицерами русского флота были направлены в Англию для ознакомления с порядками на английских кораблях. В начале 1763 г. Ост-Индская компания готовила к отправке в Восточную Индию корабль «Спикер» для доставки грузов и всевозможных товаров в Бомбей, который был одним из опорных пунктов Англии в Индии. Русский посол в Лондоне А. Р. Воронцов получил от компании разрешение отправить в это плавание двух русских офицеров. Выбор пал на Полубояринова и Козлякова, которые 13 апреля 1763 г. и отправились в путь. Через три дня рус-

ские моряки прибыли на корабль «Спикер», стоявший на Темзе, в 25 милях от Лондона. 25 апреля корабль снялся с якоря и направился сначала к берегам Бразилии. Мичман Полубояринов вел дневник, в котором записывал все примечательное, что ему приходилось наблюдать во время плавания<sup>1</sup>. Журнал содержит самые различные сведения, которые для того времени имели исключительно большое значение. Мичман отмечал погоду, глубины, направление ветров, их силу и т. д. Он подробно описал плавание в экваториальной части Атлантического океана.

В журнале Полубояринова содержатся записи, рассказывающие о естественных ископаемых Бразилии, куда по пути в Индию заходил «Спикер».

22 июля корабль вошел в устье реки Рио-де-Жанейро и бросил якорь вблизи португальского города Сабастиан. Русский мореплаватель описал этот город, его архитектуру, экономическую жизнь, население. В Сабастиане в то время жили преимущественно португальцы; купеческие лавки были заполнены европейскими товарами. Из Бразилии европейские колонизаторы вывозили сахар, ром и табак, а также виноградные вина, бразильское черное дерево и множество других товаров, которые европейцы скупали за бесценок и извлекали из этой торговли огромные барыши. Полубояринов писал, что в Бразилии было много рабов, которые доставлялись сюда из Африки.

Из Бразилии корабль направился в Бомбей, куда прибыл 25 декабря 1763 г. и находился до 24 февраля 1764 г. Выгодное географическое положение города с давних времен привлекло сюда западноевропейских колонизаторов. В 1534 г. Бомбей был захвачен португальцами. В начале XVII в. англичане основали здесь свой квартал. С этого времени быстро усиливается английское влияние. В 1661 г. португальцы передают Бомбей Англии в качестве приданого португальской принцессы, ставшей женой английского короля Карла II, который передал Бомбей Ост-Индской компании. Вскоре здесь

<sup>1</sup> В настоящее время он хранится в Центр. Гос. военно-морском архиве, ф. 172 (Подлинный журнал мичмана Полубояринова), д. 408, ч. 1, лл. 27—44 об. Полный текст «Журнала» и карта будут опубликованы в одном из ближайших томов «Трудов Института истории естествознания и техники».

## ИЗ ПЕРЕПИСКИ М. И. ВЕНЮКОВА С В. В. ДОКУЧАЕВЫМ

(к 125-летию со дня рождения М. И. Венюкова)

Мемуары известного русского географа М. И. Венюкова и его современников, а также материалы различных архивов, в том числе архива М. И. Венюкова, гово-

рят о том, что он на протяжении всей своей жизни не прерывал тесной связи с передовыми деятелями русской науки и культуры.

В. А. Дивин

<sup>2</sup> Н. К. Синха, А. Ч. Бандириджи. История Индии. Пер. с англ. Степанова Л. В., Ястребовой И. П. и Княжинской Л. А. Ред. и предисловие К. А. Антоновой. М., ИЛ., 1954, стр. 298.



Венюков М. И. (из личного архива Л. Н. Пржевальской).

На обороте фотографии надпись: «Николаю Михайловичу  
Пржевальскому. М. Венюков», 19 февраля 1876 г.  
Фотография публикуется впервые

Среди людей, с которыми Венюков общался лично или находился в переписке, нужно указать Г. И. Невельского, А. И. Войкова, Н. Н. Миклухо-Маклая, П. А. Кроцкина, Ф. П. Литке, А. А. Тилло, А. А. Большова, П. П. Семенова, Н. А. Северцова, А. П. Федченко.

Исследованиями Н. И. Шилова установлены длительная творческая связь его с крупнейшим русским топографом-геодезистом В. В. Витковским.

В литературе встречались упоминания о дружбе Венюкова с Пржевальским. Однако никаких фактических данных об этом не было. Благодаря указанию родственницы И. М. Пржевальского — Л. Н. Пржевальской нам удалось обнаружить переписку Венюкова с Пржевальским. Содержание этой переписки было нами изложено в докладе, прочитанном в декабре 1953 г. в Московском филиале Географического общества. Ранее нам удалось обнаружить фотографию, сделанную в мае 1863 г., на которой были сняты Венюков и

Пржевальский. Анализу научных связей И. М. Пржевальского и М. И. Венюкова посвящена статья В. А. Есакова<sup>1</sup>.

В настоящей заметке мы хотели сообщить о переписке М. И. Венюкова с В. В. Докучаевым. В Архиве Академии наук СССР нами обнаружено 12 писем Венюкова Докучаеву<sup>2</sup>.

В первом из этих писем от 27 марта 1886 г. из Парижа Венюков пишет: «Я имел удовольствие и честь получить от Вас десять томов «Материалов к оценке земель в Нижегородской губернии». Послезавтра, т. е. в ближайшем заседании Парижской академии наук, я представлю их академии и даже принесу в дар, сохранив себе лишь выпуск 1-й, как заключающий, во 1-х, Ва-

<sup>1</sup> В. А. Есаков. Из переписки Венюкова и Пржевальского. «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 1, 1956, стр. 207—212.

<sup>2</sup> Московский Архив Академии наук СССР, ф. 184, оп. 2, № 27.

шу любезную надпись, обращенную лично ко мне, и, во 2-х, то общие данные об истории оценки земель в России, которые интересны и для меня, и для специалиста в агрономии. Кроме того, я обращаю внимание г. Добрэ на интересные брошюры, посвященные разработке вопросов большого геологического интереса, а отчет г-на Левинсона-Лессинга передам в здешнее агрономическое общество, что мне и предложил г. Добрэ. Академия наук уже получила этот отчет прежде. Описание Семеновского уезда, когда оно выйдет, Вы, впрочем, не откажите выслать в академию прямо от себя, под бандеролью, и я позволю себе предупредить ее об этом» (лист 1).

Следующее сохранившееся письмо датировано 15/27 февраля 1889 г. Оно свидетельствует о том, что связь ученых не прерывалась, и что Докучаев обращался к Венюкову за содействием в помещении своих экспонатов на Всемирной выставке в Париже.

«Получив сегодня утром Ваше письмо от 10/22 февраля, я немедленно отправился на Марсовое поле и там собрал в дирекции (неразборчиво) следующие сведения, полагаю небезинтересные для Вас:

1. Место, которым Вы можете располагать, есть 3 метра в ширину и 4 в высоту его 12 кв. м.

2. Места этого в настоящее время еще нельзя обозначить в натуре, потому что стены русского отдела еще в постройке. Русский отдел помещается в ю. з. части Марсова поля, недалеко от искусственной Бастилии, в соседстве с французским, швейцарским и (неразборчиво), американским, как показывает приблизительный чертеж, который Вы видите сбоку...

Все, что лично я могу сделать, — состоит в наблюдении, чтобы выставляемые Вами предметы были расставлены и развещаны согласно Вашему плану».

Докучаев регулярно снабжал Венюкова выходящей в России литературой о почвоведении.

Выразив благодарность за присланые брошюры, Венюков писал 7/19 марта 1889 г., что на основе их он сделает «...сообщение в одном ученом обществе вообще о ходе изучения в России почв, причем не упомну случай сказать о Вашей выставке. Что касается до Вашего помощника по этому делу г. Вернадского, — продолжал Венюков, — то если ему нужно будет мое содействие по этому делу или по какому-либо другому (напр., относительно ориентированных в парижских лабораториях и музеях) — благоволите сообщить ему, что я весь к его услугам».

В письме от 1 апреля того же года он послал корректурный оттиск заметки о работах Докучаева, которая будет зачитана, писал Венюков, в заседании Французского географического общества 5 апреля 1889 г. «Сам я, — сообщал он, — по обычаям уезжаю встречать весну на юг. Далее он посыпал для В. И. Вернадского адреса

академика Добрэ и библиотекари Парижского музея Деникера.

Из письма Венюкова от 11 сентября мы узнаем о получении им от Докучаева брошюры о лесах.

Труды Докучаева вызывали большой интерес во Франции. Об этом сообщает Венюков в письме от 4 ноября 1889 г.:

«У Вас так много серьезных занятий, что очень легко Вам пропустить без внимания полбельскую книжку *Nouvelle Revue*, где, однако же, говорится о Вас. Именно Стас. Менье в своем обзоре важнейших научных трудов за последние три месяца, упомянул и о Ваших работах по исследованию русского чернозема и сделал из взгляда на них введение к краткому разбору некоторых современных учений о проникновении в почву азота. Я думаю, что у Вас при работах на самой почве могут найтись факты, способные внести несколько света в этот спорный уголок науки...»

Менье, сообщает он там же, «не извичок в геологии и будущий академик» (лист 8).

«Не дальше как на прошлой неделе, — пишет Венюков 3/15 февраля 1890 г., — популяризовал Ваши почвенные карты в здешнем Национальном Агрономическом обществе, где Добрэ говорил о них, приглашая сочленов заняться составлением подобных для Франции».

В письме от 15/27 февраля 1890 г., касаясь вопроса издания трудов Докучаева во Франции, он советует ему связаться с французскими учеными Дегрененом, Грандо и Добрэ:

«Первый есть член Института и профессор земледелия в Музее, он же управляет и одной нормальной казенной фермой под Парижем».

Грандо — «то же большая звезда на агрономическом небе, — но он все-таки лишь директор провинциальной фермы, около Наиси, а не в Париже. Конечно, его агрономические статьи в *Le temps* пользуются большой известностью, но, повторю, он еще не имеет влияния Дегренена и Добрэ. Последний есть (неразборчиво) председатель или вице-председатель одного из двух больших французских земледельческих обществ, кроме того, директор лесного департамента, почетный директор горной школы, член Института и пр. У него много связей в административных сферах...» (лист 14).

И далее:

«...он сам [Добрэ.—Авт.] вспомнил о Вашей выставке и просил меня напомнить в двух словах о трудах новой русской агрономической школы. Я переписал для него, почти дословно, известные Вам заметки мои о Вашей выставке в *Revue Scientifique* и о земледельческой картографии Левинсона-Лессинга из *La Nature*...» (лист 19).

Часть писем посвящена участию Венюкова в работах VIII Всероссийского

съезда естествоиспытателей и врачей. «Я еще не знаю,— пишет он из Парижа 16 ноября 1889 г.— буду ли я на съезде Русских естествоиспытателей в С. П. Б., и окончательно подумаю, когда получу членский билет. А пока повергаю на Ваше великодушное рассмотрение мой скромнейший вклад в будущие Труды Съезда. Вы любезно предложили мне, в случае моего отсутствия, представлять эту записку з отделениям геологии или географии, и вот я, несколько бесцеремонно, пользуюсь Вашей любезностью 1, чтобы ознакомить Вас с тем, что Вам, быть может, придется поставить под Ваше покровительство, и 2, чтобы удостоверить Вас, что, конечно, мой меморандум скорее географический, чем геологический, а еще скорее практический, касающийся до целого съезда и имеющий одну цель: разбор и ветирование данного вопроса.

В 1867—8 г., на I съезде, мне выпало на долю нечто подобное, именно поднятие вопроса о сибирском университете... разумеется под видом обзора научных исследований в Азиатской России, а не прямо, причем еще речь моя была несколько изуродована Савичем и Кеслером. Цель же этого ораторствования состояла в муссировании дела, начатого в то время генер. губ. Корсаковым в правительственной среде. На этот раз я не решаюсь, даже косвенно, браться за «казенное» дело, но все-таки беру предмет, который способен интересовать весь Съезд, точнее все рус-

<sup>3</sup> Доклад М. И. Венюкова «О высыпании озер в Азии» был зачитан А. И. Войковым на заседании съезда 29 декабря 1889 г. и опубликован Д. И. Менделеевым в «Трудах» Съезда.

В. А. Максимов

### О РУССКОМ ПЕРЕВОДЕ КНИГИ ИРЖИ ПРОХАЗКИ «ФИЗИОЛОГИЯ»

Чешский анатом и физиолог Иржи Прохазка (1749—1820) принадлежит к числу выдающихся ученых конца XVIII—начала XIX вв. Как нередко случалось в истории науки, многие идеи Прохазки были поняты и по достоинству оценены только спустя много лет после смерти их автора. Прохазка был одним из тех ученых, чьими трудами был утвержден в науке принцип детерминированности первых реакций и подготовлена почва для создания рефлекторной теории первого процесса. Произведения Прохазки имели мировую известность. Его курс физиологии «Lehrsäte aus der Physiologie des Menschen», впервые изданный в 1797 г., за короткое время переиздавался дважды (1802 и 1810 гг.) и им пользовались как руководством в некоторых университетах Европы. Эта книга была переведена в 1805 г. на латинский, а несколько позже—на польский и русский языки. Русский перевод был сделан адъюнктом Петербургской медико-хирургической академии Я. Петровым и из-

дан в Петербурге в 1810 г. В русском переводе книга называлась: «Наставления естествословия человеческого для руководства при преподавании» (в двух томах, соответственно Венскому изданию). В 1820 г. в Вене вышел вновь переработанный и дополненный курс физиологии Прохазки под названием «Physiologie oder Lehre von der Natur des Menschen». В 1822 г. появился русский перевод этого сочинения, сделанный известным профессором Петербургской медико-хирургической академии Д. М. Велланским. На русском языке сочинение называлось «Физиология, или Наука о естестве человеческом». В книге в отчетливой форме была сформулирована физиологическая концепция Прохазки.

Эта книга была широко известна в России и наравне с немецким подлинником ею пользовались в некоторых русских учебных заведениях при изучении физиологии, поэтому мы заинтересовались точностью ее перевода. Нам казалось это тем более нужным, что философские установки

Прохазки и Велланского, который был горячим последователем шеллингианской натурфилософии, сильно расходились. Наконец, мы учитывали то обстоятельство, что после перевода Велланского других переводов книги Прохазки на русский язык не появлялось и, таким образом, он является единственным русским источником для ознакомления с «Физиологией» Прохазки.

При проверке точности перевода (проведенной, в основном, одним из нас — Петранем), выяснилось следующее.

1. Перевод в большей части точен по смыслу, но местами он весьма вольный и сильно отличается от оригинала более простым построением предложений, разделением сложных предложений, имеющихся у Прохазки в большом количестве, на несколько кратких простых предложений, часто поставленных в совсем другой последовательности, чем у Прохазки.

2. В очень многих параграфах имеются частичные сокращения, при которых, хотя и не парашается смысл, но часто стирается категоричность многих, в первую очередь, философских положений.

3. Велланский предисловил своему переводу предисловие, в котором он, между прочим, писал, что не согласен с автором по многим принципиальным вопросам, но что «в переводе не сделано никаких привлечений, ни замечаний, ни толкований, которые в лекционной книге были бы излишни, и должны предоставлены быть изступному объяснению учащему»<sup>1</sup>. Тем не менее в переводе внескольких местах имеются крупные сокращения, касающиеся важных философских и религиозных вопросов, вопросов происхождения человека, различия между душой человека и животных, материальности и единства мира и т. п. Совсем опущенным оказалось «Предисловие» Прохазки. В оригинале это «Предисловие» составляет страницы III—XIV. Приводим перевод его полностью.

«Среди всех знаний человека самым важным является познание самого себя, оно наиболее влияет на его существование и на его деятельность; на нем основывается его воспитание или его телесное и духовное развитие, поддержание его временного существования, его здоровья и все законы человеческого общества. Поэтому люди, привыкшие размышлять, во все времена стремились познать способности и склонности человека и управлять ими для его же блага. Отсюда воспитатель нашел средство для развития склонностей человека в соответствии с его назначением, а законодатель — законы, чтобы дать склонностям живущего в обществе человека надлежащее направление. Но на этом не остановилась всегда деятельность и стремящаяся ко все большему совершенству человеческая мысль, пы-

<sup>1</sup> И. Прохазка. Физиология или Наука о естестве человеческом. СПб., 1822, стр. IV.

тающаяся постичь основные причины всех явлений природы и этим путем все глубже постигать даже природу самого человека в убеждении, что все явления живого человека должны иметь свою основу в его внутреннем устройстве и в составе его тела. Такого рода исследования в первую очередь важны для тех, кто занимается сохранением жизни и здоровья, хорошо зная, что если мы хотим успешно физически или морально влиять на жизнь, нужно иметь о ней точное представление.

Но познание жизни идет очень медленно. Нелегко приблизиться к желанной цели хотя бы в значительной степени, а еще труднее ее достигнуть, до тех пор пока человека рассматривают как некую лишь для себя существующую и изолированную среди творений сущность. Человек — звезда творения, он находится в теснейшей связи с внешней природой, от которой зависит его возникновение и существование. Всю свою сущность он заимствовал у внешней природы и должен будет ее вернуть туда же. Элементы его тела те же самые, что и элементы других тел, он существует только благодаря влиянию внешних тел, только благодаря им его проявление жизни становится возможными и вообще без внешней природы человек был бы ничто. Из этого явно следует, что исследование природы человека должно идти в ногу с исследованием остальной природы, и в соответствии с тем, как мы на основе опыта идем вперед в познании всей природы, становятся также возможны наши успехи в познании природы человека.

Уже столетия исследуется человеческое тело и его органы вплоть до тончайших волокон и сосудов; стремились также искусствами химическими приемами открыть его элементы и сравнить их с элементами животных и других живых и неживых тел, чтобы найти движущие пружины (Triebfedern) его деятельности. Человеческое тело равно как и другие тела следует законам тяготения; связь твердых и жидких частей происходит от более или менее плотного сцепления их элементов; его конечности движутся по механическим законам рычага; движение его крови вследствие устройства сосудов управляемое вообще гидравлическими законами, а его химические составные части такие же как и части других тел. Но все это, что в определенной степени можно обнаружить даже у трупа, не составляет еще жизнь; отсюда можно заключить, что в основе жизни должна лежать еще какая-то другая сила особенного рода, которую мы называем жизненной силой, не определяя, в чем она собственно состоит. Благодаря этой живое тело способно воспринимать раздражения и воздействовать и на этом взаимодействии и основываются проявления жизни. Некоторые физиологи были того мнения, что жизненная сила отлична от физических и химических сил, потому что в течение жизни она устраивает физи-

ческие и химические силы и действует на тело сохранительно, но после смерти она предоставляет тело физическим и химическим силам, которые действуют на него разрушительно. Однако другие известные авторы уже в достаточной степени доказали неправильность этого мнения, противоречащего также единству природы, которая, с помощью присущей всем телам по обстоятельствам различно видоизменяющейся силы, производит самые различные действия и тем самым способна производить и жизнь.

В материальном мире не существует материи без силы и силы без материи; благодаря этой силе, обитающей в телах, возможно их взаимодействие, и от нее зависит возникновение, изменение и разрушение всех тел. Никакое тело благодаря одной только его собственной силе не может ни возникнуть, ни подвергаться изменениям. Для этого нужно воздействие и других тел, противоположно направленные силы притяжения и отталкивания которых создают взаимодействие, лежащее в основе как органической жизни, так и общей жизни природы. Вся жизнь вытекает из одного и того же источника, из притяжения и отталкивания; различными модификациями которых вызываются различные явления как общей, так и органической жизни. Эти различные модификации притяжения и отталкивания и зависящее от них взаимодействие тел связаны в свою очередь с различным смешением тел и их элементов или с их разным качественным и количественным соотношениями. Это очевидное взаимодействие тел когда-то из-за недостаточного знания сил природы относили за счет духов, истечений божества, мирового духа (*Weltseele*), за счет симпатии и антиподии и тому подобных темных причин. Позднее его приписывали универсальному всемирному магнетизму. Только в конце XVIII в. в действии электричества вольтовом столбе было дано нам открытие всеобщую в природе силу, к которой сводится все взаимодействие тел. Она возникает в результате соприкосновения гетерогенных тел под влиянием воздуха, ее игрой притяжения и отталкивания тела разрушаются, входят в новые соединения и видоизменения (*Formbildungen*), она действует и наружу на отдаленные тела, в которых она находит противоположные полюсы и производит живые узы взаимодействия природных тел и тем самым и всеобщую и частичную жизнь.

Из этого следует, что с физической точки зрения существует единый принцип жизни, который проявляется в электричестве, условия которого соответствуют условиям жизни. Поэтому и законы жизни мы должны также выводить из законов так называемого гальванического электричества, которое нам стало лучше известно на основе новейших открытий, тем более, что мы не знаем никакой другой при-

родной силы, способной дать нам лучшие объяснения явлений жизни, хотя она пока не стала известна, чтобы мы были в состоянии объяснить все ее часто удивительные действия.

Нельзя было отрицать значительную важность для физиологии заключений, вытекающих из исследований гальванического электричества, и потому многие учёные пытались объяснить процесс жизни по законам гальванического электричества, причем каждый из них по-своему. Когда я, сравнив явления гальванического электричества с обычным электричеством, убедился, что оба являются тем же самым электричеством и что условия, при которых они имеют место, совпадают с условиями жизни, я также пришел к убеждению, что процесс жизни и гальванический процесс появляются на одинаковых основаниях, как я пытался это доказать своей *Disquisitio anatomico-physiologica organismi corporis humani eiusque processus vitalis*, 1812 (Анатомо-физиологическое исследование организма человеческого тела и его жизненного процесса) и в *Versuch einer empirischen Darstellung des polarischen Naturgesetzes etc.*, 1815. (Попытка эмпирически представить полярный закон природы и т. д.) Одобрение этих взглядов, которое я получил со стороны многих учёных, и убеждение в правильности моих взглядов, укрепившееся при дальнейших размышлениях, побудили меня заново переработать для этого издания мой учебник физиологии, который уже был издан несколько раз на немецком языке, не говоря о латинском, русском ипольском переводах, и который во многих университетах использовался в качестве пособия, причем я старался согласовать новый текст с указанными принципами в той мере, в какой это требовало существо дела. Поскольку эти взгляды приводят нас к единству и тождеству природных законов и позволяют нам наиболее удовлетворительным образом представлять явления жизни и почти всю деятельность природы, то нам кажется, что недалеко и то время, когда сказанное будет разъяснено еще более и получит всеобщее признание, тем более, что мистицизм, господствующий при объяснении явлений жизни, не объясняет ровно ничего и только уводит в сторону.

Наряду с физическим принципом жизни — электрическим притяжением и отталкиванием — мы должны рассмотреть в человеке и духовный принцип, который принимает участие в некоторых явлениях жизни, называемых психическими функциями и составляющими так называемую животную жизнь. Животная жизнь может быть названа также внешней жизнью, потому что посредством ее функций мы преимущественно вступаем во взаимодействие с внешней средой. Внутренняя (физическая, или вегетативная) жизнь заключается, наоборот, в таких явлениях, в которых духовное начало не принимает непосредственного

участия и которые протекают только по физическим законам. Как физическое, так и духовное жизненные начала, рассматриваемые как силы, не являются предметом нашего восприятия; мы знаем их только по их действиям и в той мере, в какой они принимают участие в отображениях души, то мы должны сначала стараться исследовать физический принцип жизни, чтобы быть в состоянии определить, насколько эти действия должны выводиться из физических или из духовных сил, потому что мы еще не можем похвалиться тем, что мы уже открыли все, на что способны физические силы всей природы в целом; нельзя полагаться на наше определение собственных способностей души, так как ее проявления, пока она связана с телом, никогда не являются чистыми, а всегда одновременно еще зависят от физических и органических сил. Так как физиология составляет часть естествознания, которое занимается отысканием природных сил в природных явлениях путем опыта, то мы должны и здесь ограничиваться доказанными путем опыта природными силами до тех пор, пока они достаточны для объяснения явлений жизни. Природа и силы души, существующей самостоятельно и отдельно от тела, также не являются предметом естествознания и физиологии, так как они не являются предметом нашего опыта».

В переводе имеются и другие сокращения. Так, полностью опущена последняя фраза § 1, в которой говорится: «Что человек является самым поздним обитателем земли, может быть установлено из того, что среди многих окаменелых остатков животных древнего мира (*Vorwelt*) до сих пор не были обнаружены остатки людей, никаких действительных антрополитов (*Anthropiten*)».

В § 130, в котором идет речь о локализации функций в головном мозгу, опущена почти целая страница. Воспроизведем этот опущенный текст. «Безумие, возникающее из неверных и преувеличительных идей, не очень отличается от религиозного фанатизма, который во время невежества и суеверия прорил кровь миллионов людей; благотворное просвещение отогнало его на благо человечества. Безумие такого рода можно излечить часто лишь противоположной идеей. Из этого мы должны заключить, что в случае безумия дело не только в органических изменениях мозга, а скорее в нарушении его динамической деятельности. В § 118 и в других местах я уже показал, что различные впечатления, вызванные в органах внешних чувств, могут быть переданы мозгу только путем видоизмененного различным образом движения и что это видоизмененное различным образом движение должно лежать в основе различных идей и понятий; из этого можно со-

всей вероятностью заключить, что органы мозга посредством движения входят во взаимодействие, которое является непосредственным условием мышления. До тех пор пока это взаимодействие состоит в определенном равновесии так, что никакая идея со своим движением не преобладает слишком, чтобы отсутствующее не представлялось действительным, ложное — правильным, до тех пор мышление остается в порядке, в противном случае возникает сумасшествие».

Можно указать и на другой отрывок, где сокращенное место так или иначе касалось учения церкви. § 132 в переводе Велланского обрывается на перечислении способностей животных на основе ощущений, памяти и сметливости испытывать эмоции, удовольствие и печаль при телесном страдании и т. п. На самом же деле, в подлиннике, за этим перечислением после занятой следует «и это, конечно, элементы, к которым сводится мышление человека. Но все-таки Декарт, Бюффон и другие пытались сознание и мышление животных из-за их однообразности представить простым механизмом. С ними соглашались некоторые теологи, так как это мнение на их взгляд вполне соответствовало религиозным принципам; но, кажется, они не придали во внимание, что уже своим утверждением о том, что мышление животных является лишь следствием определенного механизма, косвенно давалась возможность утверждать точно то же и о человеке».

После ряда соображений, которые, по мнению Прохазки, должны показать наличие у животных способности к разумным действиям, в § 133 приводится пример из жизни пчел. «Убив насекомое, попавшее в улей, — пишет Прохазка, — пчелы, если не могут удалить его из улья, покрывают его слоем воска, чтобы труп разлагался не мог причинить вреда улью».

Велланский на этом обрывает текст. Между тем у Прохазки за ним следует примечательный вывод: «Кто в этом случайном событии и в том, которое произошло с западней, не хочет видеть никакого размыщения в поведении этих животных, тот является неспособным что-либо понять. Трудно (говорят Пшибо в своем *Versuch von Menschen*) найти границы между инстинктом и разумом; размышление и воспоминание тесно связаны; что-то читоже отделяет чувства от мыслей».

Трудно установить, что побудило Д. М. Велланского делать подобные сокращения. Они могли быть результатом боязни цензуры, но в равной мере вероятно и другое допущение: Велланский сокращал те места, содержание которых расходилось с его убеждениями.

Х. С. Коитоинц (СССР),  
М. Петрань (Чехословакия)

ПИСЬМО И. П. ПАВЛОВА А. Ф. САМОЙЛОВУ<sup>1</sup>

Дорогой Александр Филиппович,

Большое спасибо за присылку Вашего очерка<sup>2</sup>. Конечно, по-дружески Вы все очень прикрасили. Но это Ваше дело. Я же должен признать, что Вы правильно уловили мою главную физиол[огическую]

идею и верно описали основной механизм моей работы. Эх! Если бы судьба позволила бы мне довести до конца мои теперешние старания!

Очень Вам благодарен. Всего наилучшего!

Ваш И. Павлов.

## ТОКАРНЫЙ СТАНОК А. К. НАРТОВА ВО ФРАНЦУЗСКОМ НАЦИОНАЛЬНОМ ХРАНИЛИЩЕ ИСКУССТВ И РЕМЕСЕЛ

В музее Национального хранения искусств и ремесел (Musée du Conservatoire National des Arts et Métiers) в Париже под № 305 хранится изготовленный А. К. Нартовым токарно-копировальный станок.

Станок был подарен в 1717 г. царем Петром I Генеральному управляющему Почт и Сообщений Пажо д'Онс-ан-Брей (Pajot d'Ons-en-Bray, 1678—1754), имевшему в своем замке Берси хорошо оборудованный физический и механический кабинеты. За год до смерти, почувствовав себя больным, Пажо д'Онс-ан-Брей предложил собранную им большую коллекцию оборудования в дар королю Людовику XV. Приятая королем, она в 1754 г. была размещена в помещениях Луврского дворца, прилегающим к залам заседаний Французского института (Institut de France), в состав которого входила Академия наук. В 1807 г., при переводе Французского института из Лувра во дворец Мазарини на набережной Конти, станок Нартова вместе со всей коллекцией Академии наук был перепозен в Хранение искусств и ремесел; в нем он находится и теперь.

Подобно многим другим иностранцам, интересовавшимся наукой и техникой, Петр I в 1717 г. осматривал богатую коллекцию Пажо д'Онс-ан-Брей и 23 мая этого года сам работал на одном из входивших в нее токарно-копировальных станков, также переданном позднее в Хранение

искусств и ремесел и впоследствии утерянном. Тогда же царь обещал владельцу коллекции подарить токарный станок — станок Нартова.

В описи, составленной в 1807 г., значится, что вместе со станком находились ключи, рукоятки и четыре гравированных медальона. К сожалению, при разысках, предпринятых в 1937 г., из четырех медальонов был найден только один (рис. 1).

## Описание станка

Общий вид токарно-копировального, или, как его называли в то время, медальерного, станка (tour à portrait) А. К. Нартова показан на рис. 2<sup>1</sup>. Станок состоит из



Рис. 1

верстака (станины), механизма привода, размещенного под верстаком в пространстве между опорными стойками, и исполнительного механизма с приводным шкивом, шпинделем и супортами для держателей копирного штифта (пальца) и резца.

Работает станок следующим образом. К приводному шкиву 1 исполнительного механизма, насаженному на шпиндель 2 (рис. 2 и 3), при помощи болта закрепляется копир 1' — диск с увеличенным обратным изображением копируемых ри-

<sup>1</sup> Речь идет о статье А. Ф. Самойлова «Общая характеристика исследовательского облика И. И. Павлова» («Экспериментальная биология», сер. Б, т. I, вып. 1—2, 1925). Статья была написана к 75-летию со дня рождения академика И. И. Павлова.

Письмо И. И. Павлова написанное в ответ на получение статьи А. Ф. Самойлова, относится к 1925 г.

<sup>1</sup> Нумерация позиций для рис. 2—7 принятая единой. — Ред.

сунка, по которому в процессе работы перемещается копирный штифт, помещенный в держателе 8 суппорта 12<sup>1</sup>. На противоположном конце шпиндела крепится обрабатываемая заготовка, соприкасающаяся с резцом 4, вставленным в резцодержатель суппорта 13.

Ведение рисунка на заготовке, в рассматриваемом станке составляет 1 : 8.

Постоянное надежное прилегание следящего копирного штифта к поверхности копира осуществляется при помощи муфты 11 со взводной пружиной, соприкасающейся с винтовой нарезкой в средней части

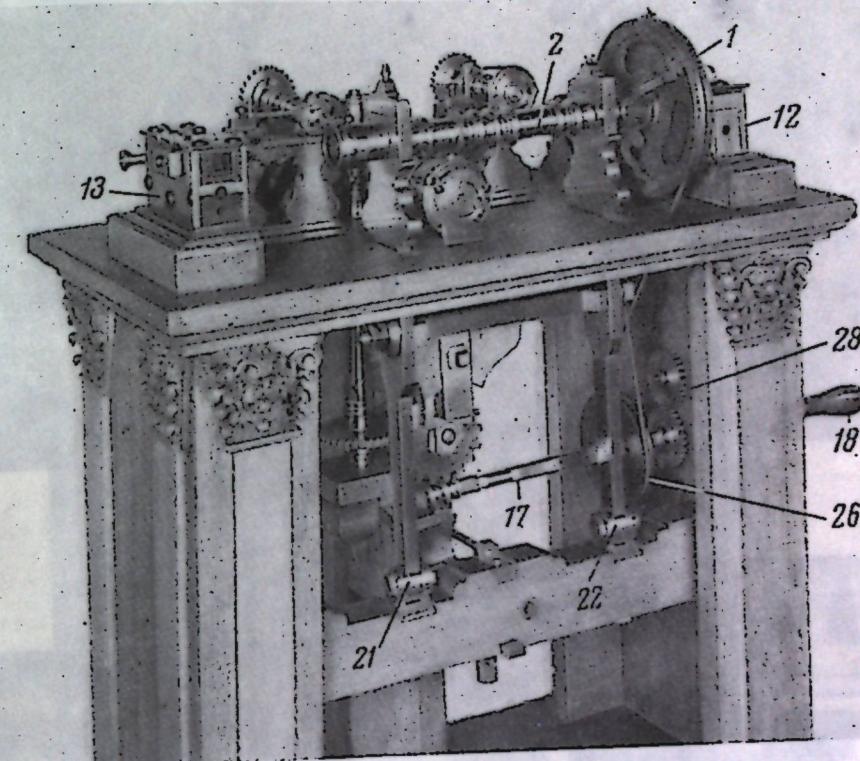


Рис. 2

Вращение шпинделю передается от приводной рукоятки 18 через промежуточную зубчатую передачу 28 и канатную передачу — ремень, который проходит через вырез в верхней доске верстака, огибая шкив 26 на валу 17 и шкив 1. От той же рукоятки — посредством горизонтальной и вертикальной червячных передач 19, 20 и 31 (рис. 4 и 5) приводится во вращение зубчатое колесо 5 вала 6, расположенного параллельно шпинделю 2 (рис. 6). По концам этого вала пасажены ценные блоки 10 и 10' с отрезками тяговых цепей 7 и 9, скрепленными соответственно с держателем 8, копирного штифта и с держателем резца 4, и передающими им медленное поступательное движение относительно торцевых поверхностей копира 1' и заготовки. Соотношение диаметров блоков 10 и 10', принимаемое равным масштабу воспроизведения рисунка на заготовке, в

шпинделю 2 и сообщающей ему осевое смещение в направлении к супорту 12. Для обеспечения нормальной работы станка при случайных толчках и ударах, шпиндель и приводной шкив 1 смонтированы на двух стойках, размещенных в вырезах верхней доски верстака и поворачивающихся вокруг горизонтальных осей 21 и 22 (рис. 2 и 4).

Помимо воспроизведения изображений на торцевых поверхностях копира и заготовки, конструкция станка предусматривает возможность гравирования изображений на их боковых цилиндрических поверхностях. Для этого копирный штифт и резец закрепляются в держателях суппортов, размещенных перпендикулярно к супортам 12 и 13. Часть деталей, необходимых для такой переналадки станка, была утеряна, по-видимому, после 1717 г., но основные детали — червячные передачи 27 и 28 от вала 6 к цепным блокам 14 и 25, цепи 15 и 16, скреплявшиеся с держателем копирного штифта и резца, — сохра-

<sup>1</sup> На фиг. 3 копирный штифт, обращенный в сторону копира 1', закрыт супортом 12.

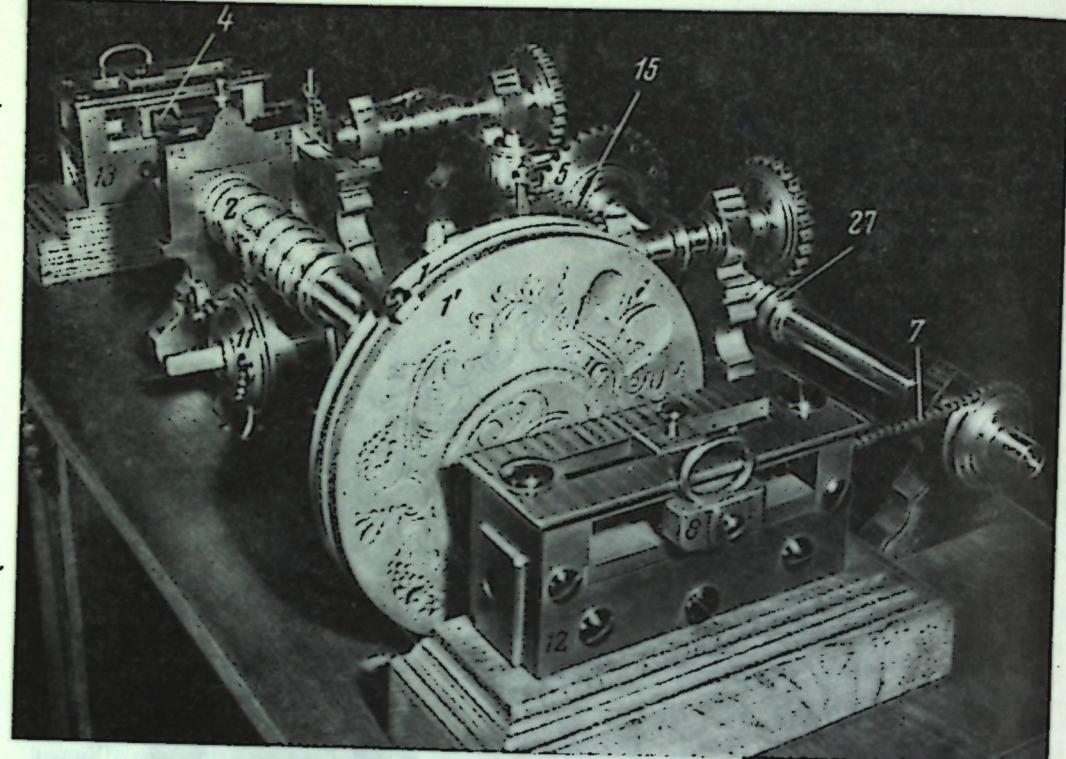


Рис. 3

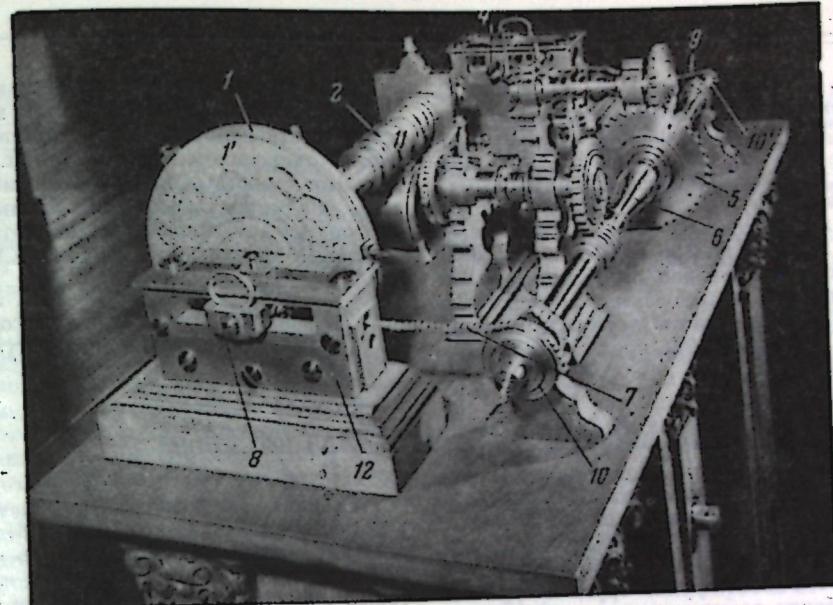


Рис. 6

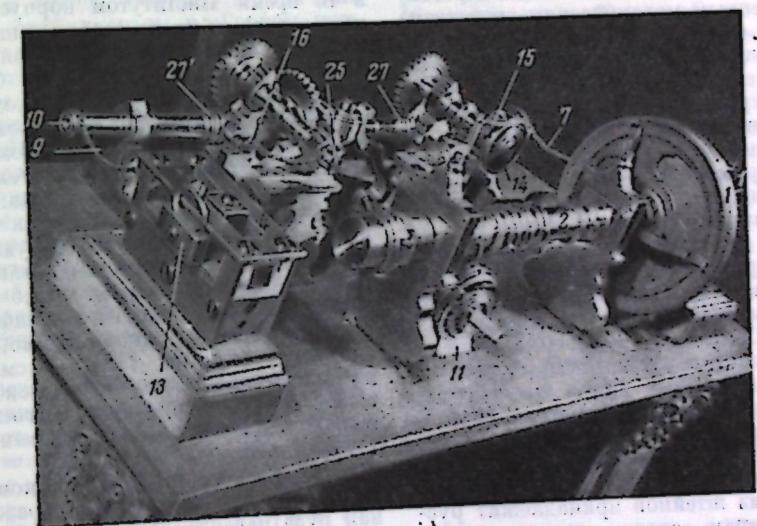


Рис. 7

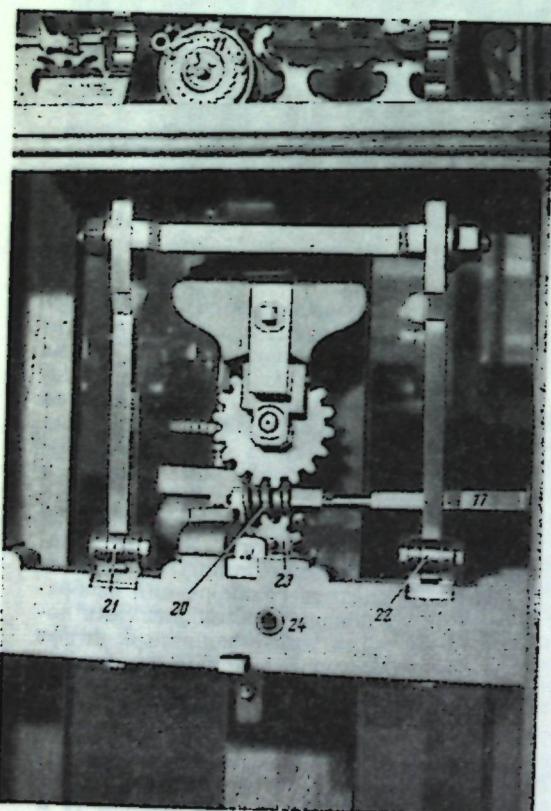


Рис. 4

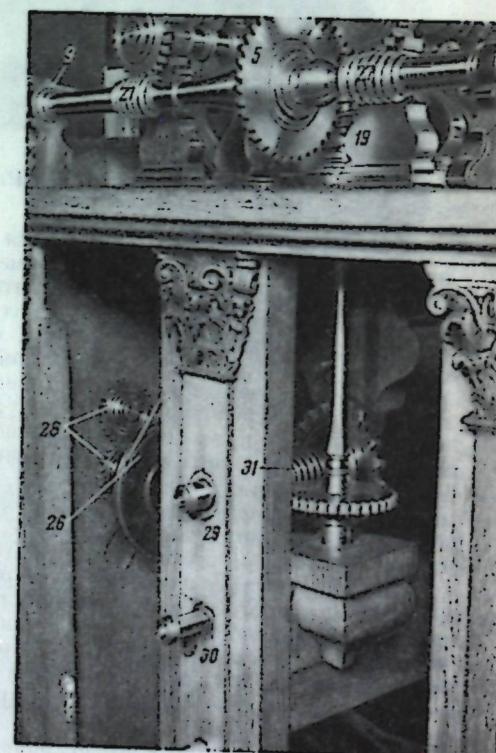


Рис. 5

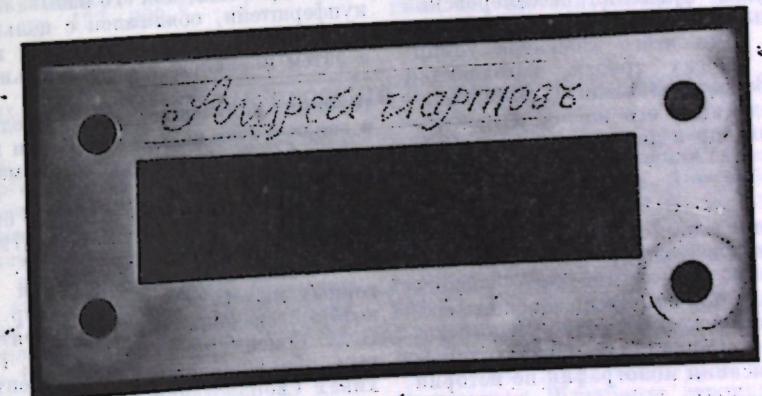


Рис. 8.

нились до нашего времени (рис. 5 и 7). Для большего удобства выполнения процесса гравировки вращение червячным парам 27 и 27' могло передаваться от приводной рукоятки, одевавшейся на выступающую квадратную головку вала 29 (рис. 5). Такой же рукояткой, насаживавшейся на вал 30, приводилась во вращение шестерня 23 (рис. 4), входившая в зацепление с утепленным иным горизонтальным червячным валом. Концевая часть этого вала помещалась в отверстии 24 продольного бруса верстака.

## К ИСТОРИИ БЕССЕМЕРОВАНИЯ ШТЕЙНОВ

Одним из первых металлов, с которым познакомился человек, была медь. В течение многих веков медь и ее сплавы (бронза) являлись основным материалом для изготовления орудий труда и оружия.

Особенно важное значение медь имеет в настоящее время. Благодаря своим качествам (высокой электропроводности, хорошей теплопроводности, химической устойчивости, ценных механических свойствам) она нашла самое широкое применение во всех отраслях народного хозяйства. Достаточно, например, указать, что в 1952 г. только в крупнейших капиталистических странах меди было выплавлено 2652 тыс. т.

Почти до середины XIX в. для выплавки меди применялась трудоемкая пирометаллургическая (по современной терминологии) плавка природной руды, которая позволяла перерабатывать любые виды рудного сырья. Этот способ заключался в неоднократных обжигах и переплавках медной руды до полного очищения меди от примесей. Сократить трудоемкость процесса переработки рудного сырья при получении меди удалось лишь после того, как стали применять бессемерование медных штейнов.

Большая заслуга в использовании бессемеровского процесса для получения черновой меди из штейнов принадлежит русским инженерам, среди которых особое внимание следует обратить на работы В. А. Семеникова (1831—1898). Семеников впервые применил бессемеровский конвертер для производства черновой меди из штейна. Имя этого инженера упоминается во многих трудах, касающихся вопросов производства меди. К сожалению, полных сведений о его жизни и деятельности до сих пор в литературе не сообщалось<sup>1</sup>.

На рис. 8 воспроизведена подпись А. К. Нартова, имеющаяся на верхней поверхности суппорта 13, в держателе которого закрепляется резец станка.

Этот станок, оборудованный механизмами для репродукции с вполне удовлетворительной точностью, является выдающейся конструкцией начала XVIII в.

Ж. Луазо,  
Хранитель музея Французского национального хранилища искусств и ремесел

Василий Александрович Семеников родился в Вятской губернии 1 августа 1831 г.<sup>2</sup>, в семье маркейдера 9-го класса Александра Степановича Семеникова, который работал в то время на Воткинском заводе в должности горного исправника. В 1852 г. В. А. Семеников окончил Петербургский горный институт (называвшийся в то время Институтом корпуса горных инженеров), и был «за особые успехи в науках, отличное поведение и постоянное прилежание награжден книгою»<sup>3</sup>. Со 2 сентября 1852 г. Семеников проходил практику на передовом для того времени Воткинском заводе, где получил возможность тщательно ознакомиться с технологией металлургического производства.

В июне 1853 г. Семеников был принят на государственную горную службу и назначен на Богословские заводы, где в дальнейшем проработал около двадцати лет: с 1 октября 1853 г. в должности смотрителя медных рудников (видимо, Туринских), с 1 сентября 1854 г.—смотрителя по золотым промыслам Богословского округа и с 1863 г.—управляющего Богословского медеплавильного завода, основанного в 1771 г. на реке Турье<sup>4</sup>.

До 1866 г. на Богословском заводе медь получали следующим образом: медная руда переплавлялась в несколько видоизмененных шахтных печах Рашета или в обыкновенных шахтных печах. Полученный штейн, или, как его называли раньше, купферштейн, обжигался с целью частичного окисления сульфидов меди и железа, а затем плавился в отражательных печах

техники получения меди. Предпринятые в связи с этим поиски позволили найти некоторые, далеко не полные материалы, сообщаемые ниже.

<sup>2</sup> ЦГИАЛ, ф. 963, оп. 1, № 6926, л. 1.

<sup>3</sup> ЦГИАЛ, ф. 44, оп. 1, № 979, лл. 42—46 об. Данные сообщены Н. Г. Суховой.

<sup>4</sup> «Памятная книжка для русских горных людей», СПб., 1863, стр. 463; некоторые сведения о жизни и деятельности В. А. Семеникова сообщены А. Г. Козловым, обнаружившим ряд документов в архивах Свердловской области.

(шиллеизофенах) с добавкой кварца. При этом плавке окислы меди реагировали с сульфидом железа, закись железа связывалась в силикат. В результате ряда последовательных переплавок, чередуемых с обжигом, получали все более концентрированные чистые штейны, вплоть до полного удаления железа и получения практически чистого сульфида меди — белого штейна с содержанием около 78% меди. При его обжиге сульфида меди частично превращался в закись; в процессе последующей плавки смеси сульфида и закиси меди получали металлическую медь. На Богословском заводе черновая медь, полученная таким способом из штейнов, была очень дорогой, так как сам процесс длился около шести суток.

В 1866 г. В. А. Семеников предложил для передела штейна в черновую медь использовать бессемеровский процесс, который применялся для получения стали. Своё изобретение Семеников осуществил в малом масштабе на Богословском заводе, а также проделал еще четыре опыта на Воткинском заводе. Результаты этих опытов были опубликованы в «Горном журнале» в статье горных инженеров А. Иоссы и Н. Лалеттина<sup>5</sup>.

Опыты Семеникова на Воткинском заводе указали на возможность бессемерования штейна в конвертере до белого штейна. Изобретатель пробовал вдувать в конвертер воздух и водяной пар. Только в одном из трех опытов, произведенных с вдуванием пара, полученный штейн по составу приближался к продукту первого опыта, который делался с вдуванием воздуха. Таким образом, было доказано, что вдувание водяного пара в конвертер нецелесообразно.

А. Иосса и Н. Лалеттин, проверив опыты Семеникова, попытались установить возможность получения черновой меди. Они заметили, что время передела штейна в конвертере можно разделить на два периода

<sup>5</sup> А. Иосса и Н. Лалеттин. Об опытах обогащения купферштейна в бессемеровой печи по предложенному г. Семениковым способу. «Горный журнал», 1870, № 5, стр. 192—222.

да, в течение которых полученные продукты резко отличаются по качеству. Длительность этих периодов также различна. Изучая явления, происходящие при бессемеровании, Иосса и Лалеттин пришли к выводу, что практически с пользой можно применить только первый период бессемерования, т. е. получение белого штейна. Что же касается второго периода, то использовать его на практике не представлялось возможным. Это объяснялось тем, что конвертер, применяющийся на Воткинском заводе для бессемерования чугуна, был с донным дутьем. При такой конструкции вдувание воздуха происходило через формы, расположенные в днище, что приводило к быстрому охлаждению и затвердеванию весьма теплопроводной меди.

В 1880 г. горный инженер А. А. Ауэрбах (1844—1916) предложил специальный конвертер для бессемерования медных штейнов, в котором устраивались причины, мешавшие проведению второго периода бессемерований. Фурмы в этом конвертере располагались выше дна по образующей обратного свода. Таким образом, для бессемерования штейнов на черновую медь был по существу предложен врачающийся конвертер с боковым дутьем. Ауэрбах также учел недостаток тепла в конвертере во втором периоде и предложил проводить залив белого штейна из специальной вагранки в хорошо разогретый конвертер<sup>6</sup>.

В таком виде процесс бессемерования медных штейнов был успешно осуществлен на Богословском заводе. Уже в 1885 г. там работало четыре конвертера. Передел штейна бессемерованием осуществляется в независимости от способов получения штейна.

Так, разработанный русскими инженерами процесс вошел в современный пирометаллургический способ получения меди, которым в мировой практике производится около 90% меди.

В. Б. Яковлев

<sup>6</sup> В. А. Ванюков. Роль русских инженеров в развитии металлургии меди. В сб. «Русские ученые в цветной металлургии», М., Металлургиздат, 1948.

## УРАЛЬСКИЕ ПРОКАТНЫЕ ПРОФИЛИ В ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЕ XIX ВЕКА

В ночь с 17 на 18 декабря 1837 г. в Петербурге сгорел Зимний дворец. Николай I распорядился восстановить дворец в 15 месяцев.

19 декабря 1837 г. была образована комиссия по восстановлению дворца. Главными строителями были назначены архитекторы В. П. Стасов (1769—1848), А. П. Брюллов (1798—1877) и А. Е. Штуберт (1780—1843).

В сгоревшем дворце все несущие конструкции были деревянными. Поэтому при

восстановлении было решено междуэтажные перекрытия и стропила сделать железными — несгораемыми. Для выбора типов железных конструкций В. П. Стасов пригласил инженера М. Е. Кларка (1776—1846) — директора Александровского чугунолитейного завода, конструктора, соавтора К. П. Росси по строительству Александрийского театра в Петербурге в 1827—1833 гг.

В 1837 г. в Петербурге по проекту архитектора Штуберта строилось здание

<sup>1</sup> Недавно в адрес Института истории естествознания и техники АН СССР поступило письмо от английского ученого П. А. Юнга, который просил сообщить сведения о жизни и деятельности русского инженера В. А. Семеникова, необходимые ему для написания монографии по истории

Первого военно-сухопутного госпиталя (проспект Суворова, № 63). Железная кровля здания располагалась на стропилах ригельно-подкосной системы, разработанной Кларком. Стропила, осмотренные автором статьи в июле 1955 г.— однотипные над всем зданием (рис. 1),— сделаны из полосового железа  $3 \times \frac{5}{8}$  дюйма ( $76 \times 19$  мм).

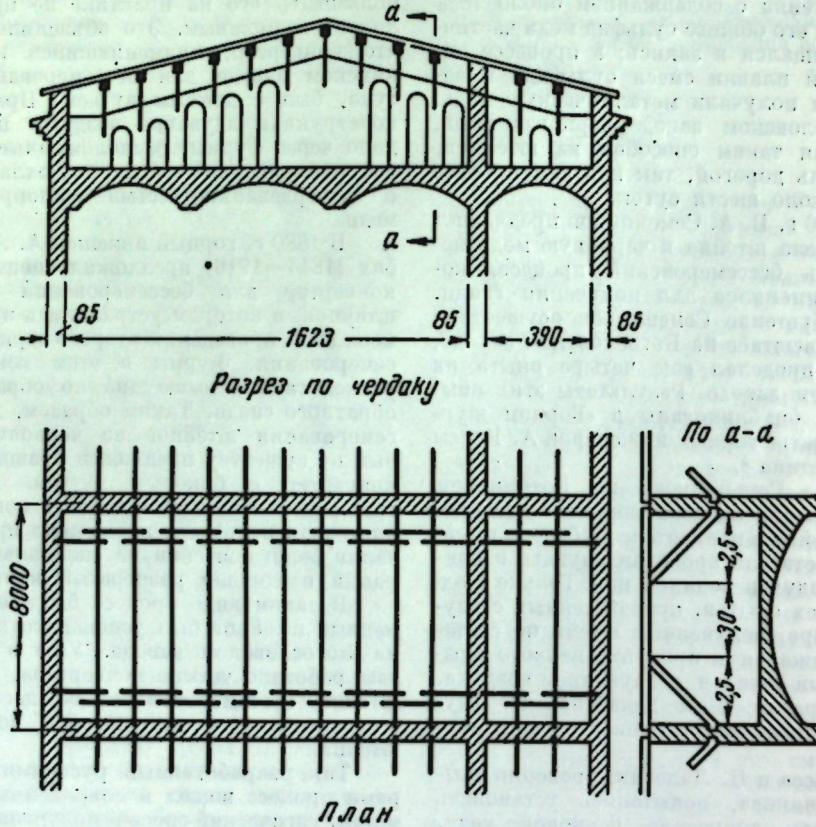


Рис. 1. Стропила здания Сухопутного госпиталя

$\times 16$  мм). Стасов и Брюллов имели указание применить во дворце эту систему стропил.

В журнале заседания Комиссии от 25 января 1838 г. записано, что «...в этот день производились торги на сделание железных стропил по модели устройства оных в здании С.-Петербургского военного сухопутного госпиталя и в некоторых частях с незначительным механизмом... Подряд сей предполагается на 50 тыс. пудов... В сем количестве заключается устройство стропил почти на половину здания, а другая часть будет отдана Александровскому чугунолитейному заводу, как имеющей большее залы и следственно требующая механизма сложных стропил»<sup>1</sup>.

9 марта 1838 г. указанные стропила были испытаны и было установлено, что

Таким образом, перед строителями возникла задача создания железных стропил более «сложного механизма» (т. е. более сложной конструкции), чем применявшееся в то время. В. П. Стасов, А. П. Брюллов и М. Е. Кларк блестяще решили эту задачу: 21 января 1838 г. Комиссия по восстановлению Зимнего дворца сообщала

«стропила для большой церкви назначенные, как равно и стропила наслонные, при всей значительной тяжести, остались неподвижными»<sup>4</sup>.

сложную задачу, чем К. Полонсо<sup>6</sup>. Они построили ферму из двух простых ширенгелей, соединенных затяжкой, использовав для этого полосовое и круглое железо.

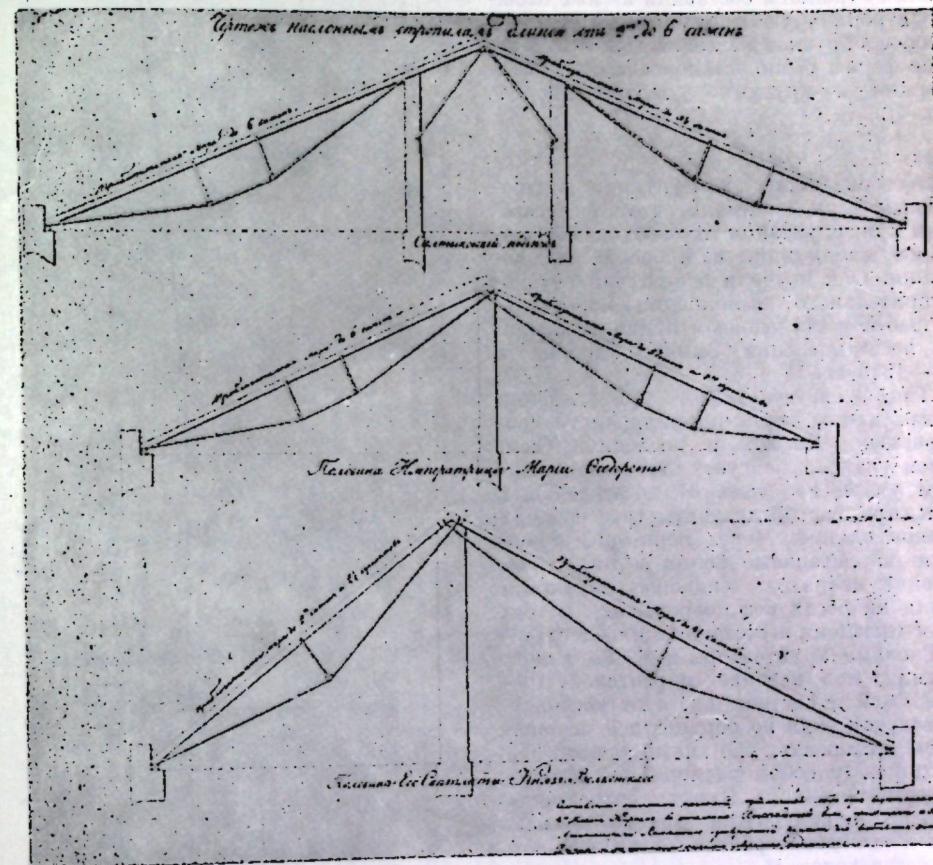


Рис. 2. Наслонные стропила М. Е. Кларка

Из архивных документов и чертежей видно, что М. Е. Кларк был автором простых ширенгельных «наслонных» стропил пролетом от 4,5 до 13 м; на чертеже (рис. 2) имеется надпись: «Составлены по системе наслонной, предложенной... Кларком... при совещании с г. г. архитекторами... и по испытанию оказались совершенно надежными»<sup>5</sup>.

Стропильная ферма для перекрытия большой церкви дворца (рис. 3) представляет собой систему пролетом 15 м, которая теперь известна под названием системы «Полонсо». Конструкция этой фермы была предложена архитекторами, восставшими против Зимний дворец.

В. П. Стасов, А. П. Брюллов, А. Е. Штауберт и М. Е. Кларк решили более

В описании, помещенном в «Горном жур-

<sup>6</sup> Известно, что К. Полонсо в статье «Sur un nouveau système de charpente en bois et en fer», опубликованной в журнале «Revue générale d'architecture et travaux publics», 1, 1840, стр. 27—32, сообщил, что он построил фермы пролетом 8,4 м на железной дороге Париж — Версаль, открытой в августе 1839 г. Его ферма имела деревянные стропильные ноги, подкрепленные проволочным ширенгелем диаметром 6 мм. Гедион упоминает, что Полонсо изобрел эту систему в 1837 г. (см. «Архитектура железа и железобетона во Франции», 1937, стр. 30). Однако из статьи Полонсо 1840 г. этого не видно. Других сведений о появлении ферм Полонсо нет. Статья Полонсо показывает, что он пришел к идеи своей фермы самостоятельно. Но также ясно, что В. П. Стасов и М. Е. Кларк пришли к идеи той же фермы на 20 месяцев раньше и в другом конструктивном решении.

<sup>1</sup> ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 341/501, д. 264, л. 25.

<sup>2</sup> Там же, л. 14.

<sup>3</sup> Там же, л. 37.

<sup>4</sup> ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 341/501, д. 264, л. 25.

<sup>5</sup> Там же, ф. 1424, оп. 3, д. 416, л. 3.

нале» за 1839 г., эти фермы названы системой «обращенных шпренгельков»<sup>7</sup>.

Строители, восстанавливавшие Зимний дворец, развили конструкцию шпренгелька в систему простых наслоненных шпренгельных стропил и составили из них сложную стропильную ферму пролетом 21 м из полос и брусков железа. В 1838—1839 гг. такие фермы были установлены над Георгиевским и другими залами дворца<sup>8</sup> (рис. 4).

\*\*

Авторы новых конструкций стропильных ферм понимали, что при возведении и эксплуатации их необходимы тщательное наблюдение и проверка их состояния. Они изучали все случаи неудовлетворительного выполнения строительных работ и исследовали причины аварий при восстановлении Зимнего дворца в 1838—1840 гг.

Так, 9 августа 1838 г. при удалении кружал из-под горшечно-кирпичного свода размером  $10 \times 9$  м последний осел, а затем упал<sup>9</sup>. 13 августа 1838 г. над аванзалом упали на леса 37 шпренгельных балок (при этом были убиты трое рабочих и ранены одни)<sup>10</sup>. Через некоторое время упали шпренгельные балки и на второй половине аванзала: Упавшие шпренгели лежали на лесах без повреждения и «без всякого разлома в составных их частях»<sup>11</sup>.

Главные архитекторы и М. Е. Кларк доносили, что падение шпренгелей произошло «не от системы их, а от устройства», так как «они не обрушились, а повалились в сторону», ибо «не имели еще бокового между собой распора по системе, им предназначенней». Причина падения — перемещение шпренгелей при их выправлении и «ходжение рабочих с досками для устройства ходов»<sup>12</sup>.

Падение свода и авария шпренгелей над аванзалом заставили проводить еще более тщательную проверку состояния конструкций, возведенных в Зимнем дворце. Так, в декабре 1839 г., когда дворец был в основном восстановлен, Комиссия представила справку о состоянии крыши над большим и малым аванзалаами и частью концертного зала. В справке указывалось, что стропила изготавливались Александровским заводом «по утвержденной системе» и были поставлены на дворце

<sup>7</sup> Ольховский. Описание железных балок и стропил, воздвигнутых в Зимнем дворце при восстановлении его. «Горный журнал», 1839, № 10, стр. 120.

<sup>8</sup> ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 341/501, д. 201, л. 61. См. также Ольховский, ук. соч., фиг. 1, табл. 12.

<sup>9</sup> Там же, д. 196, лл. 1—6.

<sup>10</sup> Там же, л. 9.

<sup>11</sup> Там же.

<sup>12</sup> В результате этой аварии М. Е. Кларку был объявлен выговор, а поручик Бороздин, наблюдавший за работами, был арестован на месяц (там же, лл. 10, 17 и 18).

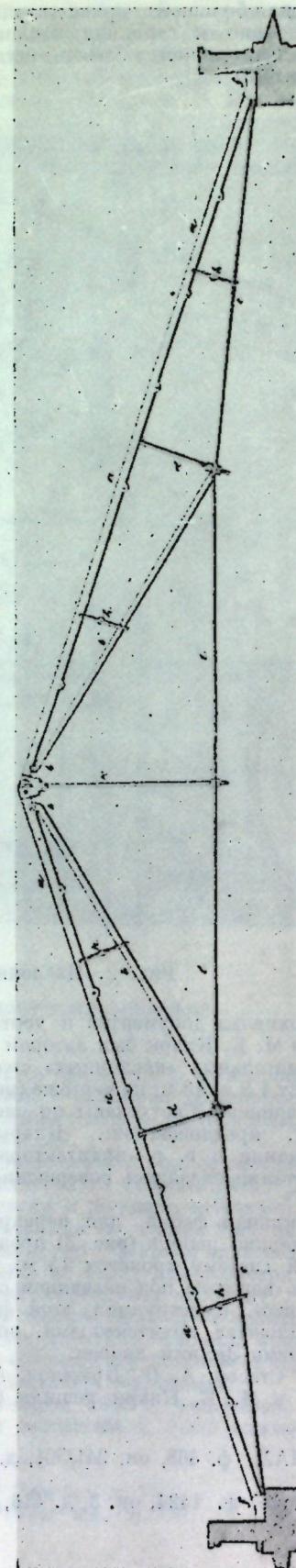


Рис. 3. Стропила большой церкви

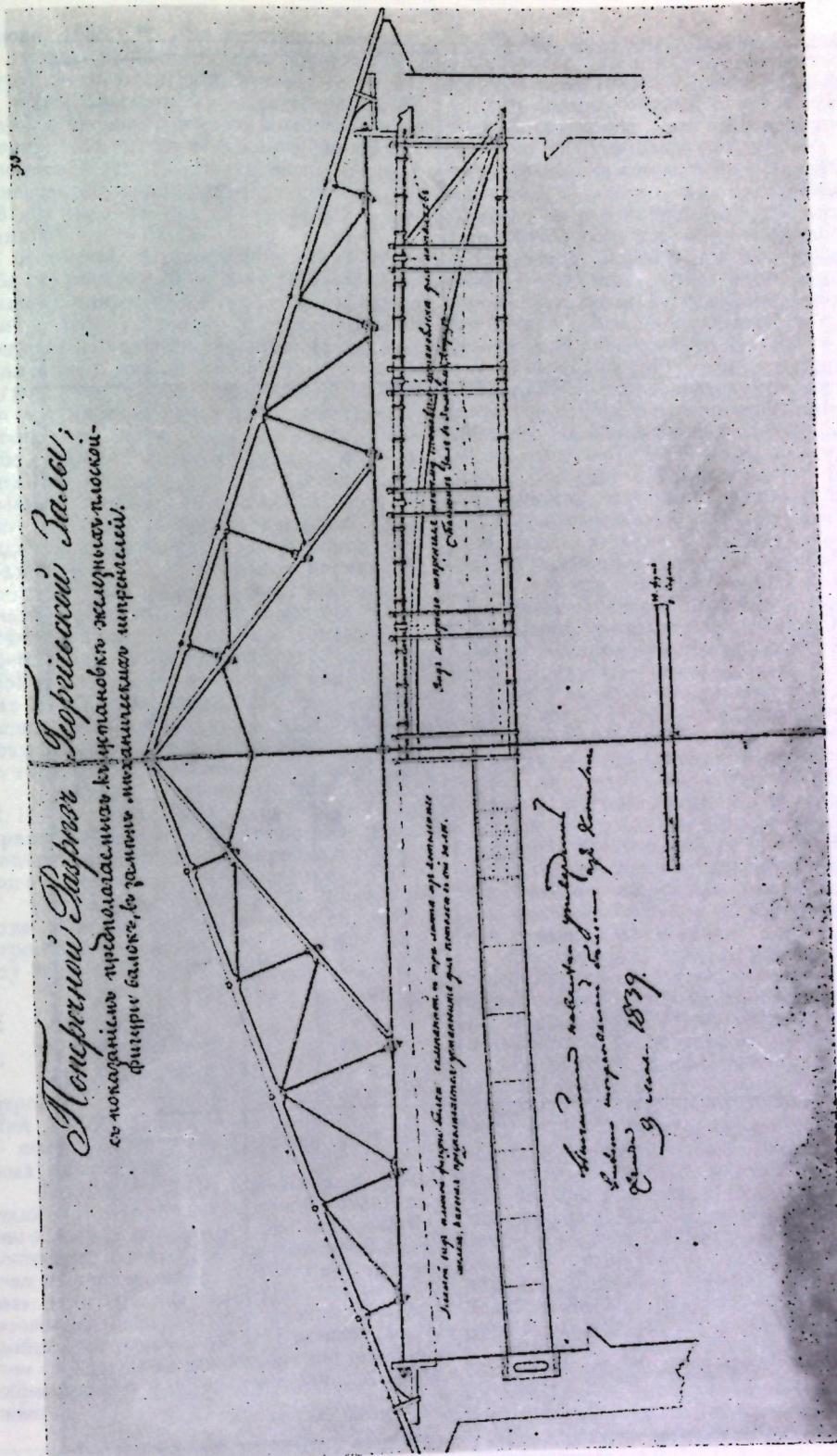


Рис. 4. Стропила над Георгиевским залом

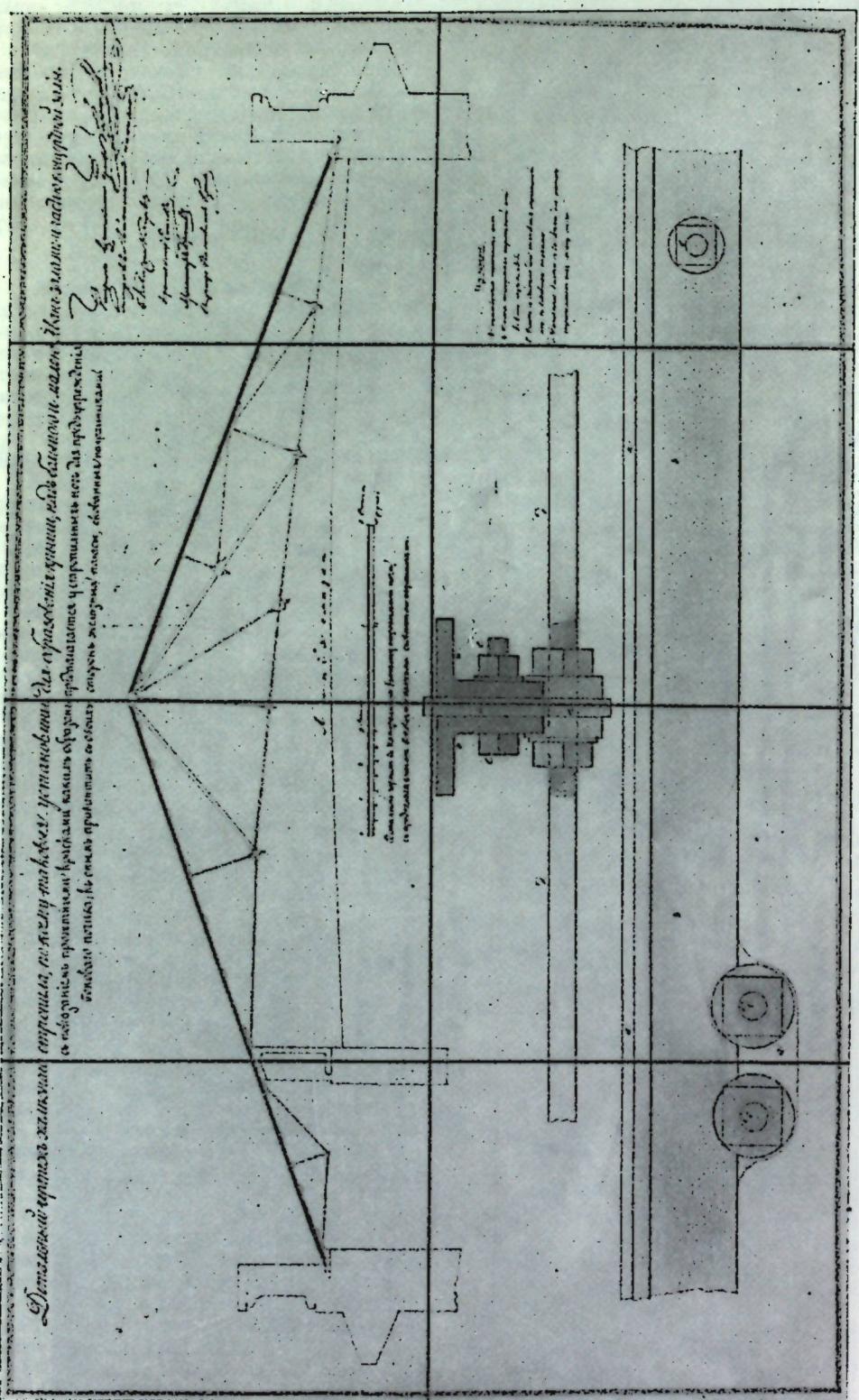


Рис. 5. Чертеж усиления верхнего пояса стропил из угольниками

в июле 1838 г.<sup>13</sup> При испытании стропил на заводе каждая из них выдерживала нагрузку до 100 пудов, превышавшую на 30 пудов расчетную, определенную из условия снежного покрова высотой в поларшина (35 см) на всей крыше. Когда же стропила были введены в эксплуатацию, то некоторые из них получили боковой прогиб «от чего на крыше образовалась лопнина»<sup>14</sup>.

Комиссия объясняла причину прогиба стропил тем, что в зиму 1838—1839 гг. снежный покров был велик, и отмечала, что весной 1839 г. после очистки крыши от снега прогнувшиеся стропила вновь поднялись на 4 дюйма (10 см). Комиссия полагала, что прогиб стропил происходит «не от их недостатков, а от большого снега». Чтобы избежать в дальнейшем прогиба стропил, Комиссия предложила усилить их верхние пояса «...особыми полосами, сковаными из угольниками, от чего не будет бокового смещения стропил»<sup>15</sup> и представила чертеж такого усиления (рис. 5). Стропила, выпрямление которых оказывалось невозможным, Комиссия решила заменить новыми, обеспечив для них необходимое боковое раскрепление. При осмотре стропил в феврале 1955 г. автор статьи обнаружил, что верхние пояса стропил из полосового железа вышли из своей плоскости и раскреплены большим числом распорок из круглого и квадратного железа.

Архивные документы показывают, что В. П. Стасов, А. П. Брюллов и М. Е. Кларк пришли к мысли о необходимости делать верхние пояса железных стропил из фасонного прокатного железа еще в 1838 г.

Дальнейшие события на строительстве Зимнего дворца и развитие нового строительства позволили им осуществить эту идею в большом масштабе.

\* \* \*

Отмеченные аварии, а также начало строительства других дворцовых сооружений побудили строителей поднять вопрос о получении с заводов железных прокатных профилей.

В мае 1840 г. Стасов и Кларк представили в Комиссию по восстановлению Зимнего дворца образцы профильного железа, «которое нужно для изготовления стропил и балок на зданиях нового имп. музея». При этом они указывали, что «железо этого достоинства даст возможность к устройству стропил в менее сложном виде, чем сделанные на зданиях дворца за неприобретением тогда по экстренности этого железа»<sup>16</sup>.

Таким образом, Стасову, Брюллову и Кларку еще в 1838 г. было известно, что имеется возможность изготовления фасонного прокатного железа новых профилей, но что изготовление это связано с определенными трудностями, преодоление которых требовало относительно длительного времени. Комиссия по восстановлению Зимнего дворца постановила просить разрешения заказать новое профильное железо в количестве 22 500 пудов на горных заводах с тем, чтобы одна треть заказа была доставлена на Александровский завод в июле 1841 г., а остальные две трети — в течение навигации того же года.

28 сентября 1840 г. министр финансов, отвечая на представление Комиссии, сообщил, что заводы затрудняются изготовить листовое железо длиною 2 сажени (4,26 м) и шириной 1 аршин (71 см), так как они не имеют печей нужного размера и соответствующих каталых валков. В письме министра отмечалось, что устройство пушечных печей и валков сделает железные листы указанных размеров дороже медных и что уральское горноеправление запрашивает архитекторов, нет ли ошибки в размерах заказываемого железа<sup>17</sup>. Комиссия подтвердила правильность указанных размеров и рекомендовала заказать железо Камско-Боткинскому заводу, сообщив, что на этом заводе работают два английских мастера (Пени и Алендер), которым известны легкие способы выделки такого железа, «если только и в Англии железо подобных размеров было приготовлено не на пробу, а в значительных количествах»<sup>18</sup>. Следовательно, заказ предлагал поставку прокатного листового железа наиболее крупных размеров, которое даже в Англии еще не выпускалось как товарная продукция.

16 мая 1841 г. М. Е. Кларк доносил генералу Клейнмихелью, что для балок и стропил дворцового музея было заказано горным заводом 5700 пудов листового железа, 10 000 пудов таврового (ребрового) железа и 6800 пудов углового железа<sup>19</sup>, а 21 мая 1841 г. начальник Камско-Боткинского завода, подполковник Чайковский в письме за № 491 представил Комиссии по восстановлению Зимнего дворца ведомости на железо, изготовленное Камско-Боткинским заводом и отправленное особым караваном. В ведомости указывалось 2850 пудов (692 штуки) листового железа по образцу № 1 длиною 2 сажени, шириной 1 аршин и толщиной  $1/8$  дюйма ( $4260 \times 700 \times 3$  мм) и 5105 пудов ребрового железа на балки по образцу № 3 длиною от 2 и более сажен (4 м и более), толщиной  $3 \times 1/2$  дюйма, с ребром  $3 \times 3 \times 1/2$  дюйма ( $76 \times 76 \times 12$  мм). «Должен поставляю донести,— писал при этом Чайковский,— что железо сие, по видам и

<sup>13</sup> Там же, л. 19.

<sup>14</sup> Там же.

<sup>15</sup> Там же, л. 21.

<sup>16</sup> Там же, д. 235, л. 5.

<sup>17</sup> Там же, лл. 9—10.

<sup>18</sup> Там же, л. 10.

<sup>19</sup> Там же, лл. 11—21.

размерам своим, есть первый опыт русского изделия<sup>20</sup>. В том же письме Чайковский доносил, что заводом изготовлено и «имеется быть отправлено вслед за сим» еще 4894 пуда 20 фунтов ребрового железа. Несколько позднее Уральское Горное правление в письмах №№ 11368 и 11369 от 18 октября 1840 г. сообщило об отгрузке с Гороблагодатских заводов 2850 пудов (678 штук) листового железа по образцу № 1 длиною 2 сажени, шириной 1 аршин, толщиною  $\frac{1}{8}$  дюйма и 6800 пудов строительного углового железа по образцу № 2 длиною 2—3 сажени, толщиною  $\frac{1}{2}$  дюйма<sup>21</sup>.

Таким образом, заказ Комиссии был выполнен точно в установленный срок.

В донесении строительной Комиссии дворцового музея от 16 января 1842 г.дается полный отчет о расходовании железа, прокатанного на Урале в 1840—1841 гг.

«В июле месяце 1840 года заказано было через Министерство финансов Уральским горным заводам приготовить по данным образцам для стропил и балок на здания ими. Музея железа:

Листового длиного не короче 2 саженей и шириной 1 аршин . . . . . 5700 пуд.  
Полосового фигуры Т . . . . . 10000 пуд.  
Углового фигуры L . . . . . 6800 пуд.  
22 500 пуд.

Все это количество железа в течение лета 1841 года доставлено сюда и из него:

- a) употреблено:  
на стропила для малого Эрмитажа фигуры Т . . . . . 1300 пуд.  
на добавочные стропила для Георгиевской залы того же образца Т . . . . . 300 пуд.  
б) необходимо еще употребить:  
на стропила для малого Эрмитажа и павильона фигуры Т . . . . . 300 пуд.  
на ширингеля для Георгиевской залы того же образца Т . . . . . 3600 пуд.  
5500 пуд.

На балки павильона  
Листового . . . . . 3000 пуд.  
углового L . . . . . 2240 пуд.

Всего же израсходовано и назначено уже к употреблению:

Листового . . . . . 3000 пуд.  
Полосового фигуры Т . . . . . 5500 пуд.  
Углового L . . . . . 2240 пуд.  
Остаток для Музеума:  
Листового . . . . . 2700 пуд.

<sup>20</sup> Там же, л. 22.

<sup>21</sup> Там же л. 23.

<sup>22</sup> ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 341/501, д. 280, лл. 3—5. На документе имеется резолюция Николая I: «Согласен».

Полосового Т . . . . . 4560 пуд.  
Углового L . . . . . 4560 пуд.

Следовательно для Музеума будет не доставать все то количество, какое из заказа израсходовано и именно:

Листового длиною  
2 саж. шириной  
1 аршин . . . . . 3000 пуд.  
Полосового фигуры Т . . . . . 5500 пуд.  
Углового фигуры L . . . . . 2240 пуд.

Сверх того по соображениям главных архитекторов и производителей работ необходимо иметь в запасе:

листового . . . . . 285 пуд.  
полосового Т . . . . . 500 пуд.  
углового L . . . . . 340 пуд.

Строительная комиссия . . . . . испрашивает . . . . . разрешение сообщить по прежнему примеру Министру Финансов, дабы сдеслат распоряжение о приготовлении на горных заводах потребного для здания Музеума железа и доставлении оного в С. Петербург в 1843 году<sup>23</sup>.

Приведенная ведомость о получении и расходовании прокатных железных профилей подтверждает развитие в России строительства с применением новых для того времени форм железных конструкций. Она показывает также, что новый профильный прокат, заказанный для перекрытий дворцового музея, был использован и для перекрытий Георгиевского зала Зимнего дворца, законченного постройкой в 1839 г. без применения несущих конструкций из прокатного железа<sup>24</sup>.

Архивные документы помогли установить действительный ход строительства Георгиевского зала, в котором в ночь с 9 на 10 августа 1841 г. произошел обвал уже построенного потолка<sup>25</sup>. Вновь построенное в 1842 г. перекрытие над Георгиевским залом отличается тем, что в его ширингельных сквозных балках применены прокатные тавровые профили. В стропильных фермах над чердаком этого зала каждая четвертая ферма имеет верхний пояс также из прокатного таврового железа. Обследованный автором статьи в 1955 г. металлоконструкции над Георгиевским залом оказались, таким образом, отличными от тех, которые описаны в технической литературе.

\* \* \*

Потребность строительства в железных конструкциях послужила причиной изготовления с 1840 г. нового профильного

<sup>23</sup> Ольховский. Ук. соч., стр. 136. См. также L. G. Eck. *Traité de l'application du fer, de la fonte et de la toile*. Paris, 1841.

<sup>24</sup> ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 341/501, д. 200, л. 3.

проката на заводах Урала. Русская металлическая промышленность успешно выполнила первый заказ на такой прокат и продолжала затем развивать этот вид производства.

Непосредственным поводом к его освоению явились работы архитекторов В. П. Стасова, А. П. Брюллова и инженера М. Е. Кларка, последовательно выполнивших конструкции ригельно-подкосных стропил из полосового железа (Кларк, 1836), наслонных стропил ширингелькового типа с верхним поясом из полосового железа (Кларк, 1838), и строительных ферм с поясами из полосового железа (Стасов, Брюллов и Кларк, 1838), опередив аналогичные схемы конструкций, предложенные во Франции К. Полонсо. В 1840 г. В. П. Стасов, А. П. Брюллов и М. Е. Кларк

представили проект таврового и уголкового прокатного железа, а годом позднее применили железо таврового профиля для верхних поясов стропильных ферм пролетом 21 м.

Исследования показывают, что в 1840—1841 гг. прокатные профили для стропильных конструкций в Западной Европе еще не находили применения. Не установлено пока начало проката железа уголкового и таврового профиля в зарубежных странах до 1840 г.

В связи с этим архивные материалы, изложенные в настоящей статье, представляют большой историко-технический интерес и устанавливают прогрессивность научной и технической мысли в России в 40-х годах XIX в.

И. Г. Васильев

## НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ ОБ УНИВЕРСАЛЬНОМ ФЕДОРОВСКОМ СТОЛИКЕ

Выдающийся русский ученый, один из основоположников современной кристаллографии, академик Евграф Степанович Федоров в течение десяти лет (1895—1905) заведовал кафедрой геологии Московского сельскохозяйственного института (в настоящее время — Всесоюзная сельскохозяйственная академия им. К. А. Тимирязева). Это был период расцвета творческих сил ученого. В это десятилетие им написан ряд крупных работ по кристаллографии и организованы образцовые лаборатории при кафедре геологии Сельскохозяйственного института.

В Тимирязевской академии до сих пор сохранились замечательные исторические памятники — универсальные столики для микроскопических исследований кристаллов, сконструированные Евграфом Степановичем Федоровым и изготовленные под его непосредственным руководством.

С помощью этих приборов ученым удалось разработать новый теодолитный, или универсальный, метод исследований в петрографии. Основной принцип этого метода заключается в определении положения оптических и кристаллографических направлений в кристалле при помощи двух взаимно перпендикулярных осей вращения.

В 1893—1895 гг. Е. С. Федоров написал серию статей об универсальном теодолитном методе в минералогии и петрографии. Эти статьи были опубликованы в международном кристаллографическом журнале «Zeitschrift für Kristallographie und Mineralogie».

В архиве ученого сохранилась обширная переписка на немецком языке с известной оптической фирмой Фюсса, которой Федоров заказывал изготовление первых моделей столика для установки на поляризационном микроскопе.

В письме к Е. С. Федорову от 19 фев-

рalia 1895 г.<sup>1</sup> научный руководитель фирмы проф. Карл Лейсс писал, что, ознакомившись с его статьей и описанием модели столика, опубликованном в журнале<sup>2</sup>, фирма посыпает четыре фотографии моделей столиков и сообщает, что освоила их изготовление.

При разработке конструкции универсальных столиков Федоров пользовался также помощью санкт-петербургского механика Петермана.

Сам Е. С. Федоров писал о своих первых столиках: «Я сконструировал новое приспособление к микроскопу, для которого мне кажется наиболее подходящим название «универсальный столик». Он устроен по образцу теодолита и укрепляется на особом столике микроскопа. Это приспособление дает нам в руки средство подвергать находящуюся под микроскопом кристаллическую пластинку двум новым движениям, имеющим вращения около двух осей, из которых одна горизонтальная и неподвижна, а вторая сама вращается вокруг первой, находясь в перпендикулярной к ней плоскости»<sup>3</sup>.

На основании осмотра имеющихся в нашем распоряжении четырех экземпляров универсальных столиков, изготовленных под непосредственным руководством Е. С. Федорова, можно проследить эволюцию этого прибора.

<sup>1</sup> Письма К. Лейсса к Е. С. Федорову. Архив АН СССР, ф. 831, оп. 3, № 96, л. 2.

<sup>2</sup> «Zeitschr. f. Kristallographie und Mineralogie», 1895, Bd. XXIV, N. 6, str. 602—603.

<sup>3</sup> Е. С. Федоров. Новый метод оптического исследования кристаллических пластинок в параллельном свете. В сб. «Универсальный столик Е. С. Федорова», М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 16.

На рис. 1 представлена рабочая конструкция двухосного столика. Он имеет вертикальный лимб *A*, с делениями по  $5^\circ$  и иониус *B*, в котором интервал, соответствующий  $4^\circ$  лимба, разделен на пять частей. В пластинке *B*, вращающейся вокруг неподвижной горизонтальной оси, сделано круглое отверстие диаметром 20 мм, в которое вставляется предметное стеклышко для препарата с нанесенными на нем

бом для отсчета углов поворота препарата вокруг подвижной оси. Диаметр этого лимба равен диаметру вертикального лимба, служащего для отсчета углов поворота вокруг неподвижной оси. Оба лимба имеют одинаковые иониусы.

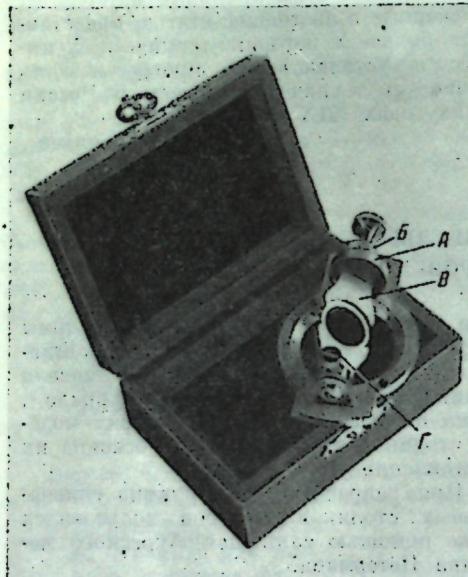


Рис. 1

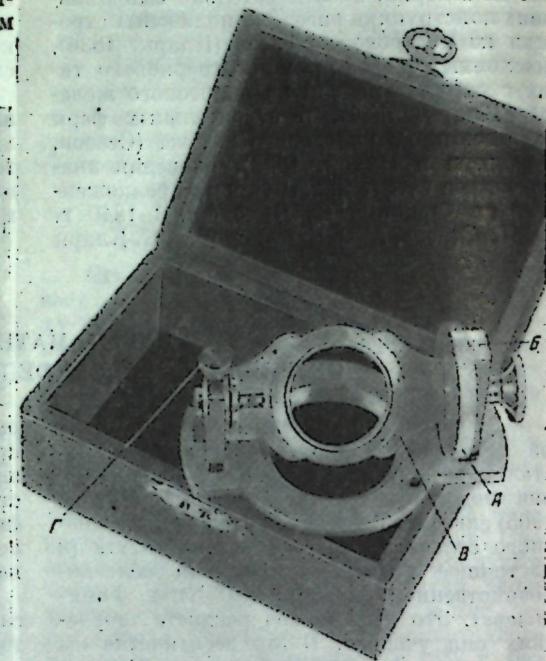


Рис. 2

двумя взаимно перпендикулярными линиями, служащими индексами для отсчитывания по делениям, нанесенным на вращающейся пластинке *B*, углов поворота препарата. Для закрепления стекла с препаратом имеется пружина, прижимающая его в той же плоскости к боковой стенке. Для исключения возможности самопроизвольного изменения наклона при вращении препарата в приборе есть винт *G*, закрепляющий вращающуюся пластинку. Главный недостаток этой конструкции в том, что она допускает только ограниченное поле зрения, тогда как при наблюдениях возникает необходимость в более широком поле зрения. В этой конструкции возможен наклон до  $60^\circ$ .

Для увеличения поля зрения конструкция двухосного универсального столика была несколько видоизменена. Новая конструкция (рис. 2) отличается от столика, изображенного на рис. 1, тем, что вырезанное круглое отверстие имеет в поперечнике не 20, а 35 мм. Обозначения на рис. 2 те же, что и на рис. 1. Кольцо со стеклянной пластинкой с нанесенным на нее крестом нитей имеет деления через  $2^\circ$  и служит лим-

бом для отсчета углов поворота препарата вокруг подвижной оси. Диаметр этого лимба равен диаметру вертикального лимба, служащего для отсчета углов поворота вокруг неподвижной оси. Оба лимба имеют одинаковые иониусы.

Стеклянный круг и предметное стеклышко прессарата делаются одинаковой толщины. На стеклянном круге снизу, а на предметное стеклышко сверху на глицерине наклеиваются стеклянные сегменты, расположенные так, чтобы из них вместе со стеклом обеих пластинок образовался стеклянный шарик, в центре которого помещается исследуемое зернышко (кристалл). В этом случае поправка наблюдавшего угла наклона пластинки будет уже гораздо меньше. В том случае, когда средний показатель преломления кристалла одинаков с показателем преломления шарового сегмента (показатель преломления имеет и стеклянный круг и предметное стеклышко), не требуется вводить поправку при наблюдениях. Непосредственно наблюдаемые углы можно принимать за истинные.

Введение дополнительной третьей оси

в конструкцию двухосного столика имело огромное значение для развития теодолитного метода.

Применение трехосного или, как его называют теперь, четырехосного универсального столика (рис. 3 и 4) позволило подвергать исследуемый препарат вращению вокруг нескольких осей. Причем каждая из осей универсального столика допускает вращение на полный оборот круга, вследствие чего каждое направление в пре-

На кольце *B*, к которому прикреплены шариры, тоже нанесены деления. Оно также вращается в своей плоскости. Для отсчитывания углов поворота установлен иониус *G* с винтом *D* для закрепления кольца *B* в требуемом положении.

Все это сочетание трех подвижных колец может вращаться при помощи кремалььеры *E* вокруг горизонтальной оси, не изменяющей относительного положения в приборе. Поворот вокруг горизонталь-

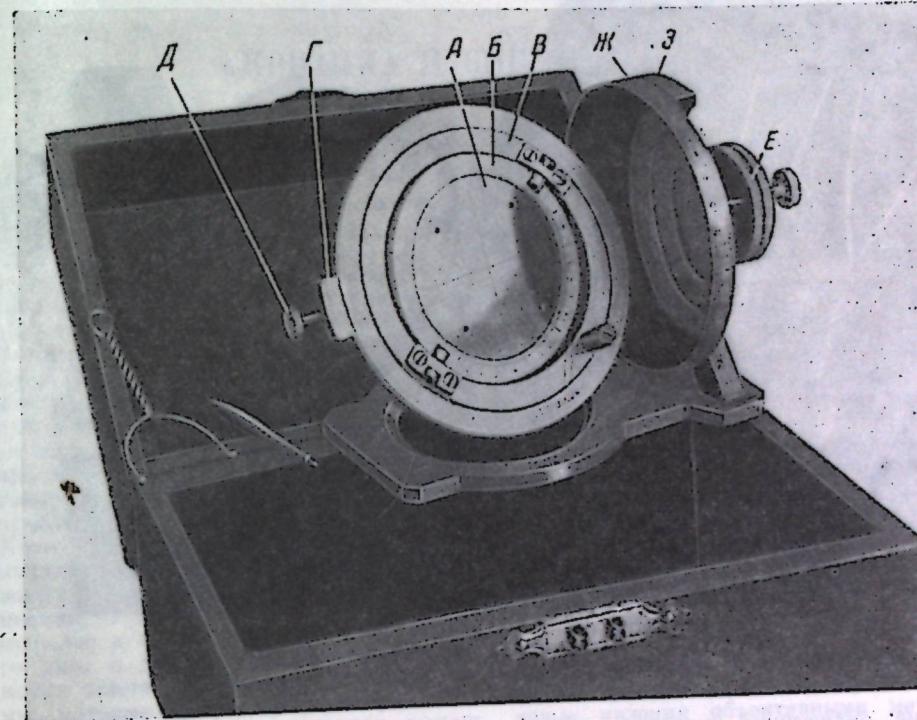


Рис. 3

ной оси измеряется при помощи вертикального лимба *J*, вращающегося вместе с осью, и неподвижного иониуса *Z*, нанесенного на колонке.

Устройство трехосного универсального столика видно на рис. 3. Внутренний стеклянный круг *A* с двумя нанесенными взаимно перпендикулярно нитями вправлен в металлическое кольцо таким образом, что может вращаться в нем, оставаясь в плоскости кольца. Углы поворота стеклянного круга отчитываются по градусным делениям, нанесенным на охватывающем кольцо *B*. Это кольцо прикреплено к другому кольцу на шариках, вследствие чего возможны наклоны на любой угол вокруг оси, проходящей через шарики, в плоскости круга *B*.

В последующих конструкциях трехосных столиков (рис. 4) для сохранения определенного наклонного положения кольца *B* шарик имеет закрепительный винт *K*.

О трехосном столике Федоров говорил: что «...Новый прибор дает возможность воспроизвести и измерить все оптические константы, какие могут быть измерены. Этот прибор завершает собой усво-

совершенствования, каким подлежит универсальный столик для оптических исследований. Так как нужно ожидать быстрого распространения этого прибора среди лиц, занимающихся минералогическими и петрографическими исследованиями, и придется его как-нибудь называть, то я, как автор, позволю себе предложить для него

21 мая 1939 г. состоялось заседание Всероссийского минералогического общества, посвященное памяти Евграфа Степановича Федорова в связи с 20-летием со дня его смерти. В зале собраний Общества была устроена выставка работ Евграфа Степановича. Большое место на выставке занимали кристаллографические и опти-

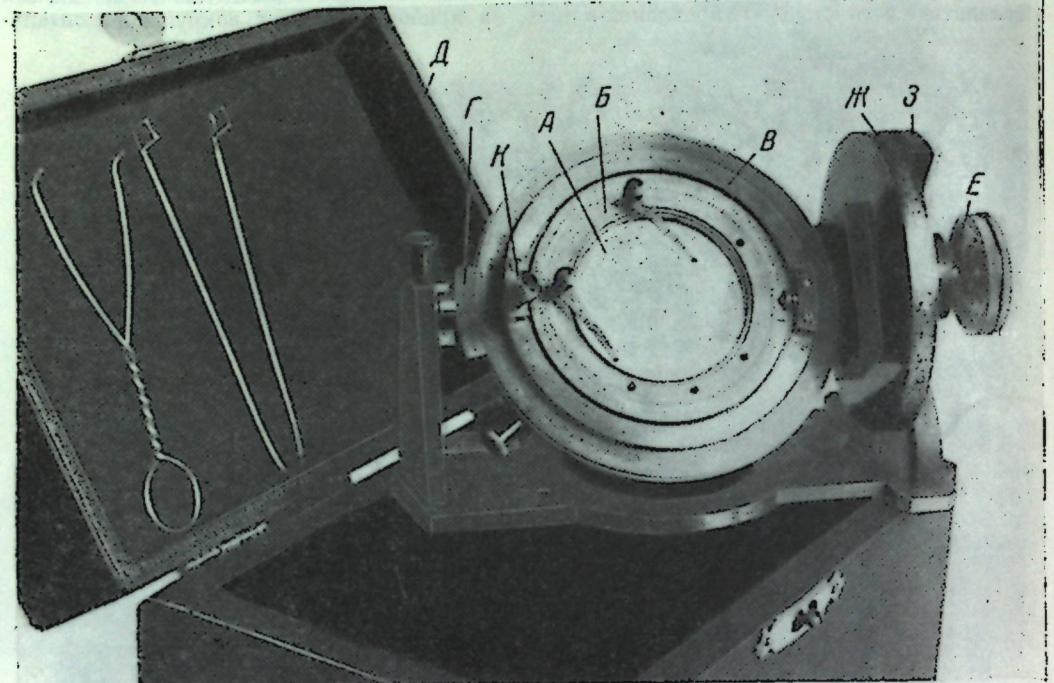


Рис. 4

название: совершенный универсальный столик.

Совершенный универсальный столик при своей простоте и дешевизне... дает минералогам и петрографам возможность пользоваться и такими приемами, которые требовали до сих пор для своего осуществления отдельных и очень дорогих инструментов. Вместе с тем он в самой полной мере служит делу точного оптического определения минералов и для полного исследования требуется минимальная затраты времени<sup>4</sup>.

С совершенствованием методов исследования кристаллов видоизменялись и совершенствовались конструкции универсальных федоровских столиков. Были добавлены четвертая и пятая, а также предложенная и шестая оси.

<sup>4</sup> Е. С. Федоров. Об определении по универсальному методу всех трех показателей преломления в минералах петрографических препаратов. В сб. «Универсальный столик Е. С. Федорова», стр. 301.

ческие приборы, сконструированные самим ученым или по его указаниям. Была представлена также коллекция универсальных столиков Федорова, начиная с двухосновного столика и кончая современными моделями.

Роль федоровских столиков для развития кристаллографии и ряда смежных дисциплин трудно переоценить. Значение приборов, сконструированных Е. С. Федоровым, непрерывно возрастает, так как они дают возможность производить исчерпывающие кристаллооптические исследования, а разработанный им метод, благодаря своей простоте и удобству, получает все большее распространение среди специалистов различных областей знаний. И несмотря на то, что выпускаемые в настоящее время пятиосные универсальные столики, имеющие много дополнительных усовершенствований, мало похожи на первоначальные приборы, основная идея федоровского метода полностью сохранилась.

Г. А. Менделевич,  
З. К. Новокшанова

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

V. RONCHI. *Storia della luce. Seconda edizione*. Bologna, 1952, 286 pp.  
В. РОНКИ. *История света*. Второе издание. Болонья, 1952, 286 стр.

Вышедшая вторым изданием книга видного современного итальянского оптика Васко Ронки, директора Национального оптического института во Флоренции (1-е изд. вышло в 1939 г.), представляет собой сжатый и содержательный обзор основных этапов развития оптики, начиная с античности. Автор останавливается на важнейших событиях, основных произведениях и ученых, что придает изложению особую четкость и позволяет проследить развитие науки в целом. Хотя исторический обзор по существу кончается на середине XIX в., однако всюду чувствуется, что пишет наш современник, с одной стороны, оценивающий прошлое в свете достижений сегодняшнего дня, с другой — ищущий в истории науки ответа на принципиальные проблемы, которые волнуют нас и теперь.

Приведем сначала названия восьми глав, на которые разделена книга:

1. Оптика в греко-римском мире;
2. Оптика в средние века;
3. Катастрофа античной оптики;
4. От Декарта до Гриимальди;
5. Ньютона и Гюйгенса;
6. От XVII к XVIII в.;
7. Триумф волновой оптики;
8. Что же такое в конце концов свет?

Прогресс наших знаний о свете автор связывает с развитием объективных методов научного исследования. Античная оптика, по его словам, на первых стадиях развития была сложным комплексом наблюдений и размышлений геометрического, физического, физиологического и психологии порядка. Первые античные философы и естествоиспытатели ставили своей задачей одновременно объяснить и объективные физические процессы и субъективное восприятие световых явлений. Так, важнейшие античные теории (теория истечения, или «образов», исходящих от предмета; теория лучей, исходящих из глаза и как бы опровергающих предмет; аристотелевская теория, основанная на представлении о видоизменении промежу-

точной среды между предметом и глазом) имели целью дать ответ на вопрос о природе зрения и на вопрос о природе световых явлений. Из этого сложного комплекса в античную эпоху выделилась только одна отрасль, которая стала предметом строго объективного математического исследования, а именно: геометрическая оптика.

Важнейшим достижением средневековья автор считает более детальное изучение функций глаза, т. е. первое формирование начал физиологической оптики; в этой связи особенно подробно рассмотрено произведение ибн-ал-Хайсами (Алхазена, род. ок. 965, ум. в 1039). Первая половина XVI в. явилась, по выражению автора, временем, когда произошла «катастрофа античной оптики»; в это время становится на ноги физическая оптика, изучающая световые явления объективными методами. Естественно, что особое внимание уделено далее развитию оптики XVII в., когда эти методы совершенствуются и разнообразятся, и физика завоевывает все новые области (главы 5 и 6). Очень интересны сообщения, высказанные автором в следующей главе, где рассмотрены волновые концепции XVIII в., и критические замечания по адресу ньютонианской корпускулярной теории истечения, подготовившие «триумф волновой оптики» в первой половине XIX в.

В заключительной главе автор показывает, как, наконец, объективный метод торжествует победу в фотометрии и колориметрии, где «глаз наблюдателя» постепенно превращается в «условный нормальный» глаз, а вслед за тем совершается переход к чисто объективным характеристикам света и цвета. В результате автор приходит к выводу, что свет как содержание субъективно-психологического восприятия оказывается вовсе исключенным из сферы физического рассмотрения. Несмотря на напряженность известной аналогии с

павловской методологией объективного изучения психических процессов, отвергающей научную значимость психологического «самоподобления».

Особо следует отметить подробное рассмотрение некоторых трудов, обычно недостаточно привлекавших внимание историков оптики, например труда Дж. Б. Порты «О преломлениях» (1593), сочинения Ф. Мауролико «О свете и тени» (1611), трактата Р. Башковича «О свете» (1749) и др. В книге воспроизведены титульные листы и страницы редких изданий, что служит немалым ее украшением.

Цельность замысла и композиции всей книги, стремящейся «хватить» наиболее типичное и принципиальное (без исчерпывающей полноты исторических справок и сведений), делает, пожалуй, неизуемым указание на те первоисточники, которые в книге не упомянуты и не проанализи-

рованы. Все же хочется высказать сожаление, что в главе, посвященной античной оптике, мало внимания удалено Птолемею, в истории средневековья — Роджеру Бэкону, Вителло и Дирику Фрейбергскому. Слишком бегло, на наш взгляд, коснулся автор и оптических записей своего великого соотечественника Леонардо да Винчи. Вряд ли справедливо его отношение к Гётэ (стр. 268—269). Нельзя сказать, что Гётэ утверждал «субъективную природу цвета», а потому судя ли можно считать Шопенгауера его полным единомышленником. В признании объективности цветового качества заключается положительное существо «Farbenlehre».

Книга не только написана интересно, она будит мысль и заставляет о многом задуматься...

В. П. Зубов

DOZENT IMRE TOTI: *Johann Bolyai. Leben und Werk des grossen Mathematikers*. Bukarest, 1955, S. 72.

ИМРЕ ТОТ. *Иоганн Бойай (Йоша Бойай). Жизнь и творчество великого математика*. Бухарест, 1955, 72 стр.

Доцент Бухарестского университета Имре Тот недавно опубликовал очерк жизни и творчества знаменитого венгерского геометра Яноша Бойая, разделяющего с Н. И. Лобачевским славу открытия первой системы неевклидовой геометрии: как известно, «Аннендикус» Я. Бойай (1831—1832) вышел вскоре после основоположного мемуара Лобачевского «О началах геометрии» (1829—1830). В своей небольшой книге И. Тот дает также популлярное изложение истории проблемы параллельности и системы гиперболической геометрии; останавливается он и на методологическом значении открытия неевклидовой геометрии. Особенную ценность работе И. Тота придают новые материалы, полученные из архивных источников. Это — цитаты из рукописей Я. Бойая: его высказывания по общественным, философским и иным вопросам, во многом по-новому освещающие взгляды их автора. Именно на эту сторону книги И. Тота мы хотим обратить внимание советских читателей.

Как указывает И. Тот, в научных трудах и беллетристических произведениях, посвященных Я. Бойай, его личность и его взгляды подвергались серьезному исследению. Биографы представляли Яноша Бойая замкнутым чудаком со сварливым характером и необычайным самомнением, его изображали идеалистом и агностиком. Рукописи Я. Бойая, которые лишь в самые последние годы были изучены с должной полнотой и объективностью, опровергают такие ходячие мнения.

Верно, что между Я. Бойаем и средой, в которой ему пришлось жить, существовал конфликт. Однако этот конфликт пред-

нашатающегося — позор и унижение и больший грех, чем нищета» (стр. 55). Мог ли такой человек жить в ладу с буржуазией и дворянами?

Передовые общественные взгляды Я. Бойая соединяли с естественнонаучным материализмом. Он решительно возражал против субъективистского толкования науки вообще, математики в частности. «Только то вещи... могут составлять объект (ясного) исследования, которые существуют в действительности... отсюда само собой следует и ясно, что все величины, которые встречаются в геометрии (и где угодно еще), могут быть наглядно представлена». Он предупреждал против «загрязнения научной истины спекуляциями о несуществующих вещах» (стр. 69—70).

Особенно примечательна отрицательная оценка кантона учения о пространстве. Эта оценка, так же как и другие философские высказывания Я. Бойая, родит его с Н. И. Лобачевским не только в области математических, но и методологических воззрений. Вот собственные слова Бойая: «Кант без всякой обоснования и совершенно странным образом выдвигает бес смысленное учение, что пространство, время и существуют независимо от нашего сознания, и являются лишь формами нашего сознания» (стр. 44—45). Бойай размышлял и о возможном значении неевклидовой геометрии для физики. Здесь он высказывает суждения, аналогичные тем, какие позднее формулировал Б. Риман. Предвосхищая идеи физики XX в., Бойай говорит о связи гравитации и пространства: «По-видимому, и закон тяготения находится в тесной связи с тем, как существует пространство по форме, по существу и по роду» (стр. 44). И, опять-таки подобно Лобачевскому, Бойай ставит вопрос о неевклидовой механике.

В книге И. Тота содержатся ценные дополнительные сведения об отношении Я. Бойая к Лобачевскому. Известно, что, познакомившись в 1848 г. с «Геометрическими исследованиями» Лобачевского, издаными на немецком языке в 1840 г., Я. Бойай сперва заподозрил русского математика в заимствовании из его «Аннендикуса», а наряду с этим, высказал предположение, что под «исследованием» Лобачевского укрывается Гаусс, будто бы решившийся, наконец, выступить с работой по неевклидовой геометрии. Вскоре Я. Бойай отказывается от своих нелепых подозрений. И. Тот приводит несколько цитат из рукописей Бойая, проинкнутых чувством глубокой симпатии к русскому математику. «Я с братским чувством прятываю руку автору», — писал Я. Бойай, — с которым чувствую себя духовно связанным и которого прошу простить мне хотя и совершение незначительное, но необоснованное и несправедливое подозрение» (стр. 65—66). Бойай желает далекому канзанскому профессору успеха в его дальнейшей деятельности. Он выражает пожелание счастья и всему русскому народу, «стране, которая породила такой талантливый ум», стране, в которой «как, впрочем, и в других местах, предписывается, сколько должно составить дважды два, и прогрессивным и вольным идеям немедленно подрезают крылья, на них налагаются цепи, или им ставят западни» (стр. 67). Не надо забывать, что это писалось в самые черные годы реакционного правления Николая I.

Приведенные отрывки из рукописей Яноша Бойая говорят сами за себя. Следует надеяться, что венгерские и румынские ученые вскоре опубликуют научное наследие замечательного математика и мыслителя полностью.

А. П. Юшкевич

А. И. МЕТЕЛКИН, И. А. АЛОВ, Л. Е. ХЕСИН. *А. И. Бабухин, основоположник Московской школы гистологов и бактериологов*. Медгиз, 1955, 306 стр.

Рецензируемая книга издана в серии «Выдающиеся деятели отечественной медицины» и рассказывает о профессоре Московского университета Александре Ивановиче Бабухине. Книга открывается главой, излагающей историю микроскопа и микроскопических исследований в России в XVIII и XIX вв. В следующих главах дается биография А. И. Бабухина, говорится о его научных работах в области физиологии, гистологии и бактериологии, а также о его преподавательской и организационной деятельности. К основному тексту приложены перечень основных дат жизни и деятельности Бабухина, список его трудов, указатель литературы о Бабухине и документы, относящиеся к организации бактериологической лаборатории при

университетском гистологическом кабинете.

Авторы, использовав обширный литературный и архивный материал, рассказывают о жизни и трудах ученого, создателя большой научной школы, основателя первой в России кафедры гистологии и первой бактериологической лаборатории. Содержание научных работ Бабухина излагается в доступной форме и вместе с тем без упрощений.

Несомненная ценность рецензируемой книги, к сожалению, снижается досадными недостатками, устранимые которых чрезвычайно желательно в случае ее переиздания.

Прежде всего, следует сказать о «точе», в котором выдержана книга. Авторы

встали на ложный путь, по которому шли в последние годы некоторые историки отечественной науки. Характеризуя достижения русской биологической и медицинской науки, бессспорность которых ясна сама по себе, авторы противопоставляют отечественных исследователей зарубежным, подчас совершенно утрачивая чувство меры и элементарную научную объективность. Так, об И. Мюллере, Ю. Либихе, А. Уоллесе и Э. Дюбуа-Реймоне читатель узнает только то, что они проповедовали «идеализм, спиритуализм, а порой и неизкрытую мистику» (стр. 114); читатель остается в неведении относительно того, что И. Мюллер и Дюбуа-Реймон были блестящими физиологами, учителями многих превосходных исследователей, что Либиху принадлежат важные заслуги в области органической и агрономической химии и что Уоллес делит с Дарвином славу открытия законов эволюции органического мира. Прогрессивность физиологических идей Бабухина авторы считают нужным подчеркивать заявлением, что «в современной ему зарубежной медицине господствовал обнаженный эмпиризм (! — Авт.), презрение к теории и теоретическому мышлению» (стр. 127). Неужели же вся зарубежная физиология, включая труды Мюллера, Дюбуа-Реймона и Гельмгольца, Мажанди и Бернара, Белла и других, была сплошь цитаделью «обнаженного эмпиризма» и «презрения к теории»?

Выражением того же «тона» в книге Метелкина, Агова и Хесина является формальное отношение к понятию приоритета в науке, в частности, выразившееся в игнорировании заслуг зарубежных зоологов и ботаников, изучавших митотическое деление клеток. Справедливо, что И. Д. Чистяков впервые описал митоз в растительных, а П. И. Перемянко — в животных клетках. Однако нельзя умалчивать о прегородных работах Шлейхера, Страсбургера и Флемминга, вскоре изучивших митотическое деление животных и растительных клеток еще более детально.

Одним из недостатков такого же рода является злоупотребление хвалебными эпитетами по отношению к центральной фигуре повествования — А. И. Бабухину и некоторым другим деятелям отечественной науки. Эти эпитеты даже утомляют своим однообразием. Так, на протяжении полутора страниц предисловия Бабухин четырежды назван «замечательным ученым», этот же титул многократно повторяется и дальше. Когда авторы ищут другое слово для характеристики Бабухина, их подчас постигают горестные неудачи. На первой странице предисловия идет речь о «светлом облике» А. И. Бабухина и для начала это звучит исплохо, но, когда на той же странице опять говорится, что Бабухин «навсегда остался светлым обликом», то такое словоупотребление не может вызвать ничего, кроме досады.

Вызывает, далее, некоторое недоумение, зачем в первой главе около печатного листа занято очерком истории русской микроскопии XVIII в., по сути дела выходящим за рамки содержания книги. Автор главы допускает, кроме того, неточности, высказывает произвольные предположения и даже впадает в противоречие с самим собой. Так, он пишет о «горячем увлечении Бэра картинами микромира» (стр. 10), хотя известно, что великий эмбриолог микроскопическими исследованиями занимался мало: основные его работы выполнены путем препарирования под лупой. Упомянутая о книге академика Н. Я. Озерецкого, автор забывает отметить, что она представляет собой перевод сочинения Г. Леске. О проникновении микроскопа в Россию в доперовские времена говорится в форме совершение недоказанных гипотез (хотя эти утверждения могли бы доказываться литературными и архивными справками) и употребляются выражения, вроде: «Вполне допустимо предполагать» и т. д. или «Возможно, что микроскопы были завезены в Россию уже вскоре после их распространения в Голландии, Германии, Англии и Италии» (стр. 12—13). Из текста можно понять, что представители «старинной русской знати» доперовского периода имели в своем распоряжении микроскопы, но далее сказано, что «Петр I был первым русским, заглянувшим в микроскоп» в 1798 г. (стр. 13). Далее без ссылок на документальные доказательства идет речь о том, что сподвижники Петра — Брюс, Бидлоо, Эрскин и Ф. Прокопович «производили микроскопические наблюдения» (стр. 14), хотя вскоре же сказано, что «при Петре I микроскоп был еще достоянием кунсткамеры» (стр. 17—18).

Такие же недоказанные утверждения имеются и в других местах первой главы. Автор пишет, например, что «московские студенты... изучая анатомию под руководством Лодера, ...несомненно (?) — Авт.) пользовались этим собранием (микроскопов и препаратов Либеркюна. — Авт.)» (стр. 27). «А. М. Филомафитский несомненно (?) — Авт.) пользовался микроскопом в своей учебной деятельности» (стр. 31) и т. д. Содержание разбираемой главы, особенно в той ее части, где идет речь о микроскопических исследованиях в России в XVIII в., заставляет согласиться с автором, когда он пишет, что «история применения у нас микроскопа в XIX в. еще ждет своего историка» (хотя самое выражение «история... ждет... историка» не принадлежит к числу удачных).

В главах, посвященных непосредственно жизни и деятельности А. И. Бабухина, приведены новые исторические материалы, касающиеся биографии выдающегося русского ученого, и хорошо изложено содержание его физиологических и гистологических работ. Из физиологических исследований Бабухина освещены его ра-

боты «Тетаническое сокращение сердца» (1860), «Физиологическое действие акоинина и некоторых других ядов» (1861) и наиболее подробно — диссертация «Об отношении блуждающих нервов к сердцу» (1862). Из гистологических работ упомянуты и изложены исследования по гистогенезу сетчатки (1863—1865), строению и деятельности электрических и псевдоэлектрических органов у рыб и по морфологии нервной системы (1869—1882), особенно первых волокон (1868). Справедливо подчеркнуто, что эти работы Бабухина имеют характер гистофизиологических исследований и тем самым намечают то направление работ в области гистологии, которое и сейчас может считаться наиболее прогрессивным.

По этим главам все же хотелось бы сделать некоторые замечания.

Прежде всего в них много хронологических неточностей и преувеличений в оценках. Так, говоря о гистологических исследованиях в России в середине XIX в., авторы упоминают К. М. Бэра и И. Т. Глебова, работавших в области морфологии преимущественно в первой половине века и практически не оставивших следа в гистологии, хотя они почему-то именуются крупными гистологами, а вслед за ними приводятся имена К. А. Ариштейна, начавшего работу в 70-х годах, и Н. М. Кульчицкого, М. Д. Лавровского и А. С. Догеля, научная деятельность которых относится к еще более позднему периоду.

При изложении содержания лекций Бабухина 1880/81 г. авторы некритически повторяют проникшее в нашу литературу ошибочное утверждение, что принципы клеточной теории за пять лет до Шлейдена и Швания были сформулированы П. Ф. Горяниновым. При этом идет речь о «блестящих исследованиях нашего великого (! — Авт.) соотечественника» (стр. 183). П. Ф. Горянинов, несомненно, был очень серьезным ботаником, он живо интересовался также теоретическими проблемами, но блестящих исследований у него не было и на титул «великого» он также вряд ли может претендовать. Против утверждений авторов выразительно свидетельствует сам Бабухин, несомненно знавший сочинения Горянинова и тем не менее считавший основоположниками клеточной теории Шлейдена и Швания, хотя, как пишут авторы, Бабухин никак нельзя упрекнуть в преклонении перед заграниценными авторитетами.

Далее, говоря о том, что Бабухин принимал первые клетки за утолщения осевого цилиндра нерва, авторы пишут, что эта ошибка была «исправлена позже исследованиями испанского гистолога С. Рамон-и-Кахала и блестящими работами выдающегося советского ученого Б. И. Лаврентьева» (стр. 188). Соглашаясь с высокой оценкой трудов Б. И. Лаврентьева, хотелиось бы убедить авторов, что и по отно-

шению к работам С. Рамон-и-Кахала в такой же мере уместно название «блестящие», а сам он тоже достоин эпитета «выдающийся». В данной же форме сопоставление этих имен несправедливо по отношению к испанскому гистологу.

Вслед за тем авторы приводят «главную мысль» (стр. 188) А. И. Бабухина: «Жизнь есть постоянное разрушение, сопровождающееся постоянным же восстановлением, а потому, понятно, что насколько важно второе, настолько существует первое. «Вряд ли можно думать, — пишут авторы, — что Александр Иванович был знаком с мыслями Фридриха Энгельса, которые им были высказаны в письме к Карлу Марксу в 1873 г.» (стр. 188). С этим соображением, бессспорно, можно согласиться, так как курс Бабухина писался при жизни Маркса и Энгельса, когда полученные ими письма лежали в их письменных столах. Опираясь на это утверждение, авторы приходят к выводу: «Мысль нашего ученого о единстве жизни и смерти, созидания и разрушения есть его собственное заключение, возникшее, несомненно, под влиянием передовой материалистической философии великих русских демократов XIX в. А. И. Герцена, Н. Г. Чернышевского, Н. А. Добролюбова, В. Г. Белинского, Д. И. Писарева» (стр. 189). Это положение вызывает серьезные недодумания, как не подтвержденное всем изложением. Не проще ли думать, что Бабухин мог почерпнуть эту мысль у Клода Бернара, с творчеством которого он, как физиолог, не мог не быть хорошо знаком. К. Бернар писал: «Я признаю, что в жизни существа с необходимостью существуют две категории явлений: явления жизненного созидания, или организующего синтеза, и явления умирания, или органического разрушения». И далее: «Жизнь всех существ, животных и растений, поддерживается этими двумя категориями актов, необходимых и нераздельных — созиданием и разрушением». Весь первый том знаменитого сочинения К. Бернара «Лекции о жизненных явлениях, общих для животных и растений»<sup>1</sup> посвящен обоснованию этого положения.

Не может не вызвать возражений и способ освещения авторами общезмбриологических представлений Бабухина, в которых, по их мнению, «материалистические взгляды Бабухина раскрываются с наибольшей полнотой» (стр. 190). Из последующего изложения понять смысл воззрений Бабухина на явления оплодотворения невозможно. Сказано только, что «отмечая идеалистические установки в учении об оплодотворении (чьи? — Авт.), Бабухин в то же время возражал и против механистической концепции Вагнера» (стр. 191). Яснее выражена мысль об эво-

<sup>1</sup> Cl. V e g n a r d. Leçons sur les phénomènes de la vie communs aux animaux et aux végétaux. T. I. Paris, 1878, str. 39—41.

**Л. И. КРИШТОФОВИЧ. История палеоботаники в СССР.** М., Изд-во АН СССР, 1956, 111 стр.

Отделение биологических наук Академии наук СССР предприняло очень полезное начинание — подготовку и опубликование серии монографий и обзорных работ по истории отдельных биологических дисциплин в России и СССР. Первой в этой серии является рецензируемая книга выдающегося палеоботаника Л. И. Криштофовича, скончавшегося в 1953 г. По объему книга эта весьма небольшая: собственно текст ее занимает всего 88 страниц небольшого формата. Из этого одного уже ясно, что подробного, обстоятельного в отношении деталей обзора всего того, что сделано отечественными палеоботаниками, она заключить не может. И, как справедливо отмечено в редакционном предисловии, «в стремлении добиться максимальной полноты А. И. Криштофович настолько насытил страницы своей книги именами, особенно исследователей советского периода, что местами она превращается в перечень». Вместе с тем, нельзя не отметить, что, несмотря на указанный малый объем текста, автор сумел так сконцентрировать фактический материал, что общее представление о том, что сделано в области палеоботанических исследований за длительный период времени, у читателя остается достаточно полное. Не приходится сомневаться, что очень многие будут с пользой для себя прибегать к чтению этой краткой и содержательной книги, к паведению справок. Последнему немало способствует сопровождающий текст обширный перечень литературы, занимающий 18 набранных убористым шрифтом страниц.

Первые две главы обзора посвящены раннему периоду развития работ по изучению ископаемых растений в России. Первый период, охватывающий XVIII и самое начало XIX в., характеризуется эпизодическими сборами растительных остатков, их беглым описанием и высказыванием суждений о них, посвященных преимущественно характеру доказок, хотя и значительных для своего времени. Прежде всего надо упомянуть о высказываниях М. В. Ломоносова о происхождении каменного угля и янтаря, научно аргументированных изучением их природы и сопоставлением первого с торфом, второго — с древесной смолой. В отношении сбора растительных остатков примечательны работы И. И. Лепешкина, П. С. Палласа и некоторых других.

Второй период истории палеоботаники в России охватывает большую часть XIX в. (до начала 80-х годов). Начало его совпадает по времени со становлением палеоботаники как самостоятельной научной дисциплины, связанной в основном с трудами зарубежных ученых — Шлотгейма, Штернберга и Бронвляра. В России к этому периоду относятся труды Я. Г. Зембницкого, Г. И. Фишера-фон-Вальдгейма, К. Ф. Рулье, С. С. Кутогри, Э. И. Эйхвальда. Большое значение для разви-

тия палеоботаники имели относящиеся к этому времени геологические исследования в Сибири, давшие богатые материалы по ископаемым флорам северной Азии. Здесь, прежде всего, отмечается плодотворная деятельность таких исследователей-предшественников, как А. Ф. Миддендорф, Ф. Б. Шмидт, А. Л. Чекаловский.

Особое значение для развития палеоботаники как науки имели труды Э. И. Эйхвальда и К. Е. Мерклина — автора классической монографии по анатомии ископаемых растений «Palaeodendrologicon gossecum». Силы отечественных палеоботаников в этот период еще ограничены, и значительная часть палеоботанических материалов, собираемых на территории России, передается для обработки крупнейшим иностранным палеоботаникам того времени, в частности Р. Гёпперту и О. Гееру. Последнее не было лишено и положительного значения, способствуя учету данных по ископаемым флорам нашей страны в мировой палеоботанической литературе, в частности в работах сводного характера.

Третий период, выделяемый автором, относительно короток: он охватывает два последних десятилетия прошлого столетия. К нему можно отнести лишь ограниченное количество палеоботанических исследований. С точки зрения периодизации истории науки выделение этого периода оправдано: это — время развертывания планомерных геологических работ в России, а затем и вдоль трассы Сибирской железной дороги магистрали; это — начальный период деятельности учрежденного в 1882 г. Геологического комитета, с работами которого по геологической съемке страны и детальному изучению угленосных районов связано и позднейшее развитие палеоботанических исследований.

Видным деятелем в области палеоботаники этого периода (конец XIX в.) был И. Ф. Шмальгаузен, известный также и как флорист-систематик. Специалист, изучавший ископаемые растения, был в те годы очень мало. И со смертью Шмальгаузена (1894) наступает некоторое время почти полный перерыв в палеоботанических работах в России.

Начало текущего столетия знаменуется значительным расширением деятельности Геологического комитета и геологических исследований вообще. Вполне очевидна и необходимость — ради обеспечения успеха самих геологических работ — налаживания планомерной работы по изучению ископаемых флор. Палеоботанические исследования становятся с этого времени одним из обязательных звеньев в комплексе работ по изучению геологии в России.

К этому — четырьмому — периоду истории отечественной палеоботаники относится начало работ выдающихся исследователей М. Д. Залесского и И. В. Палибина;

Л. Я. Бляхер

люционных взглядах Бабухина. Исходя из представления о зависимости наследственных изменений от условий внешней среды, Бабухин делает вывод, который авторы считают «звучущим совсем по-современному»: «Каждая особенность, выработавшаяся в организме животного под влиянием окружающих условий, как бы она ни была неизначительна, передается следующим поколениям», в чем Бабухин видит источник появления новых видов (стр. 191). Авторы ошибаются, полагая, что такая эволюционная концепция соответствует уровню современной науки; сейчас, вероятно, никто серьезно не думает, что *каждое* изменение, вызванное внешними воздействиями, обязательно должно наследоваться и участвовать в процессе видообразования.

Авторы высоко оценивают утверждение Бабухина, что яйцо перед дроблением утрачивает оболочку, ядро и ядрышко и превращается в бесформенный комочек протоплазмы (монаерул), которую только процесс последующего развития «снова приводит к форме клетки» (стр. 191). Авторы сожалеют, что Бабухин не был знаком с работой В. В. Заленского (1878), также считавшего, что в яйце стерляди ядро временно совершенно исчезает, и пишут по этому поводу: «Невольно приходит мысль о том, насколько... быстро развивалась бы биология, если бы взгляды, защищавшие А. И. Бабухина и другими передовыми русскими учеными, не были бы отвергнуты без всяких на то оснований». «Ведь только недавно, — продолжают они, — спустя полвека после Бабухина, исследованием проф. О. Б. Лепешинской было окончательно доказано, что развитие яйцеклетки проходит через безъядерную стадию» (стр. 192). Если принять эту точку зрения, то следует признать перспективы дальнейшего развития биологической науки чрезвычайно мрачными, так как в 1953 и 1954 гг., т. е. до сдачи в печать рецензируемой книги, появились работы Т. И. Фадеевой и Б. Н. Казанского, прославивших преемственность ядра социта у осетровых рыб вплоть до образования женского пронуклеуса и показавших источник ошибок Заленского и Лепешинской. Уровень микроскопической техники во времена Заленского и Бабухина делает, впрочем, ошибку этих исследователей вполне объяснимой; они, кстати сказать, не делали из своих ошибочных наблюдений никаких необоснованных, далеко идущих выводов.

Глава о Бабухине-гистологе завершается сведениями о его учениках, сделавших впоследствии видными учеными. Здесь сообщены биографические данные о Н. А. Арсеньеве, И. Ф. Огиневе, П. И. Митрофанове, А. А. Колесове, В. М. Шимке-

несколько позже к ним присоединяется А. И. Криштофович. Эти три ученых образуют ведущую группу, направлявшую всю палеоботаническую работу в нашей стране в течение первой половины текущего столетия. В начале 1900-х годов организуется первая в России палеоботаническая лаборатория (в Геологическом комитете), во главе которой становится М. Д. Залесский.

Работы М. Д. Залесского были посвящены в основном изучению верхнепалеозойских флор, прежде всего флор угленосных отложений Донецкого бассейна, а затем и других угленосных районов (Домбровский бассейн в Польше, Боровичский район, Приуралье, Кузнецкий бассейн, Дальний Восток). Вместе с тем он проводит монографические исследования по группам растений, особенно характерных для каменноугольных отложений (лепидофиты, спигиллии). Основное внимание И. В. Палибина сосредоточивается, наоборот, на изучении более молодых ископаемых флор, приуроченных к третичным отложениям. Третичные флоры Средней России, Поволжья, Приаралья, Дальнего Востока, а с течением времени в основном Кавказа служат объектами многочисленных исследований Палибина. А. И. Криштофович начинает свои работы как исследователь по преимуществу мезозойских флор, а затем уделяет немалое внимание и изучению третичных флор. Труды А. И. Криштофовича, как и Залесского и Палибина, охватывают флоры самых различных частей страны, начиная от юга европейской территории и до восточных окраин Азии.

К началу нашего столетия относятся и первые в России работы по ископаемым флорам четвертичного периода, выполненные в основном В. И. Сукачевым. К этому же времени относится монографическое исследование А. П. Карпинского о трохиллисках, выяснившее природу своеобразных нижнепалеозойских ископаемых, весьма противоречиво толковавшихся предшествовавшими исследователями.

Общей чертой данного периода (1900—1917), несмотря на резкое расширение палеоботанических работ по сравнению с предшествовавшим временем, является все же весьма недостаточный их объем, малочисленность специалистов, занимавшихся изучением ископаемых растений. Это вынуждало передавать часть материалов по ископаемым флорам России на обработку иностранным специалистам А. Сьюорду и А. Г. Натгорсту.

Следует отметить, что в 1912—1913 гг. впервые в России было организовано преподавание палеоботаники (как особого предмета) в высшей школе: лекции по палеоботанике читали А. И. Криштофович в Новороссийском университете и И. В. Новопокровский в Новочеркасском политехническом институте.

Пятый период истории отечественной палеоботаники охватывает время после Великой Октябрьской социалистической

революции. Широкое развитие научно-исследовательских работ вообще (в области геологических наук в частности), их планомерность, усиление внимания к изучению периферийных территорий с созданием в их пределах ряда местных научных учреждений — все это благотворно отразилось на постановке и ходе исследований в области палеоботаники. Об размахе исследований можно составить некоторое (сугубо приближенное) представление хотя бы по тому, что если за время с 1885 по 1917 г. в России было напечатано около 160 палеоботанических работ, из которых 115 принадлежало четырем ведущим исследователям (Шмальгаузену, Залесскому, Палибину, Криштофовичу), то с 1918 по 1950 г. издано не менее 800 работ примерно 40 авторов, 25 из которых являются профессионалами-палеоботаниками.

Тесная связь проводившихся в советский период палеоботанических работ с геологическими в значительной степени определила не только их направление, но и характер специализации отдельных исследователей, посвящавших свои труды преимущественно изучению растительных остатков определенных систем отложений в палеофлористическом плане. С учетом этого и обзор всего сделанного за советский период в области палеоботаники дается автором не в хронологической последовательности, а в стратиграфической — отдельно рассматриваются работы, посвященные флорам различных периодов истории Земли. В рамках рецензии нет возможности даже перечислить главнейшие работы, выполненные у нас в области палеоботаники за последние десятилетия. Это значило бы в значительной степени повторить содержание рецензируемой книги, где эти данные изложены в предельно сжатой форме.

Для развития палеоботаники в советское время характерно появление трудов, решавших важные стратиграфические вопросы, ставящих и отчасти решаящих проблемы ботанической географии прошедших эпох, вопросы закономерностей эволюции растительного мира. Равным образом существенно развитие новых методов исследования и расширение круга объектов палеоботанического изучения.

Большое значение для развития стратиграфии имели, в частности, труды М. Д. Залесского по верхнепалеозойским флорам Донецкого бассейна и других угленосных районов, М. Ф. Нейбург — по ископаемым флорам Кузнецкого бассейна, А. И. Криштофовича — по мезозойским и третичным флорам Дальнего Востока. В исследованиях Залесского, Палибина, Криштофовича, Вахрамеева и некоторых других раскрываются закономерности распределения флор и растительности прошедших периодов, намечаются основные особенности зонального ее распределения, взаимодействия различных флор прошлого. В связи с возрастающим значением палеоботанических данных для филогенетической систематики и фитогеографии к ним все чаще обращаются ботаники, занятые в основном изучением современного растительного мира (М. И. Голених, А. Л. Тахтаджян, Е. В. Вульф и др.), а часть их и неоследственно переключается на изучение ископаемых растений (В. И. Баранов и др.). В отношении развития новых методов исследования растительных остатков отмечается большое значение палеокарнологических исследований (П. А. Никитин и др.), палинологии (работы И. М. Покровской, С. Н. Наумовой и др.), изучения диатомовых водорослей прошлого (А. С. Порецкий, А. И. Прошкина-Лавренко и др.). Справедливо обращается внимание на большее значение создания ряда монографий и работ обзорного характера по отдельным ископаемым флорам и по истории развития палеоботаники.

Нам кажется также, что, указывая на значение новых направлений в палеоботанических исследованиях, автор не уделил им внимания, которого они заслуживают. В особенности это относится к области палинологических исследований. Не приходится закрывать глаза на то, что они, бурно развиваясь под прямым давлением требований практики, во многих отношениях продвигаются вперед быстрее по сравнению с палеоботаническими исследованиями, опирающимися на ранее сложившиеся методы. Они открывают новые горизонты для познания растительного мира прошлого и тем существенно расширяют сферу фактически доступного для изучения в этой области, т. е. возможности развития самой палеоботаники, понимаемой широко. Вместе с тем на развитии палинологических работ несомненно неблагоприятно отразилась известная обособленность их от других работ в области палеоботаники, обособленность, сложившаяся, как нам кажется, не по вине самих исследователей — палинологов. Заслуживает быть отмеченной важность проявления этого «разрыва», установления более тесного контакта между палеоботаническими работами всех направлений, специфических по методике и конкретным объектам исследований.

Не столько в порядке критики книги А. И. Криштофовича, сколько в виде по-желаний автором последующих книг той же серии, хочется отметить, что изложение истории определенной науки в нашей стране выиграло бы, если бы оно было дано на фоне истории соответствующей науки в мировом масштабе. Судить о том, где мы идем впереди, где отставали и отстаем, было бы легче, если бы при характеристике каждого этапа истории отечественной науки давалось представление о том основном, что было сделано за соответствующий период в других странах, какие важнейшие проблемы решались в данное время мировой наукой в целом.

Издана книга хорошо, опечаток немногого (самая досадная из них на стр. 38, где Иван Владимирович Палибин назван Иваном Васильевичем). Неплохо воспроизведены иллюстрации — рисунки и фотографии ископаемых растений. Хорошо воспроизведены портреты крупнейших русских палеоботаников — К. Е. Мерклина (1821—1904), Ф. Б. Шмидта (1832—1908), И. Ф. Шмальгаузена (1849—1894), М. Д. Залесского (1877—1946), И. В. Палибина (1872—1949), В. Д. Припады (1897—1950), П. А. Никитина (1890—1950), портрет автора — А. И. Криштофовича (1885—1953) и небольшой групповой портрет советских палеоботаников (Залесский, Криштофович, Нейбург, Палибин).

Выход книги А. И. Криштофовича, несомненно, будет приветствоваться всеми интересующимися палеоботаникой и историей биологических наук в нашей стране.

А. И. Толмачев

<sup>1</sup> Палинология — раздел ботаники, изучающий пыльцу и споры растений.

**BUFFON.** *Les grands naturalistes français*. Collection dirigée par R. Heim, Vol. I. Édité par le Muséum National d'histoire naturelle, Paris, 1952.

**БЮФФОН.** *Великие французские натуралисты*. Серия под ред. Р. ХЕЙМА, т. I. Издание Национального Музея естественной истории, Париж, 1952.

Бюффон — классик естествознания, сыгравший исключительно большую роль в познании природы. Блестящий популяризатор науки, крупный организатор научной работы, выдающийся исследователь и новатор, давший большой импульс развитию естествознания. Бюффон вызывает несомненный интерес у историка науки. Поэтому и новый труд о нем обращает на себя внимание. Книга эта — сборник статей и других материалов, объем ее 244 страницы, иллюстрирована 15 таблицами. Статьи разного объема и разной значимости.

Сборник открывается предисловием редактора. Первая статья, занимающая около трети сборника, написана Ф. Бурдье и посвящена жизни и творчеству Бюффона. На основании новых данных автор стремится представить живого Бюффона «целиком», каким он был в жизни и в науке. Статья интересно написана, и автору в значительной мере удается выполнить свое намерение — дать образ «живого» Бюффона. В конце статьи освещаются различные аспекты его научных воззрений, например, «теория познания» Бюффона. Из приводимых текстов видно, что Бюффон был материалистом, из политических соображений выалировавший свои взгляды. Известно, что после выхода первых трех томов его «Естественной истории» в 1749 г. теологический факультет Сорбонны и яи-сенисты начали преследовать Бюффона, обвиняя его в безбожии. Чтобы отделаться от них, Бюффон в начале четвертого тома напечатал официальное «признание», в котором говорится, что он во всем согласен с «Писанием» и ни в чем не расходится с ним. Позже он, по свидетельству одного современника (de Сешелля), говорил, что был «вынужден» к такому признанию и называл его «издевательством (persiflage) над Сорбонной». Трудно сомневаться в том, что это «признание» и некоторые другие высказывания Бюффона о «творце» и т. п. были лишь ширмой, за которой он скрывал свои подлинные воззрения. В одном письме, приводимом в статье Бурдье, Бюффон пишет, что ему удается в больших томах «Естественной истории» просунуть (*glisser*) такие мысли (*opinions*), которые, напечатанные в брошюре, вызвали бы скандал.

Любопытно, что в рецензируемом сборнике имеется небольшая статья профессора Сорбонны Пивто под названием «Религиоз-

ная мысль Бюффона». В этой статье автор пытается убедить читателя о том, что высказываниям Бюффона в религии надо вполне верить. Статья Пивто перекликается со статьей мадам Жене-Варсан о происхождении живых существ по Бюффону. Изложив взгляды Бюффона на рост, развитие и размножение, она останавливается на его учении об «органических молекулах» и особенно «внутренней форме» (*forme intérieur*); мадам Жене-Варсан с удовольствием сближает его представления с представлениями Дриша и Бергсона. В статье Бурдье взгляды Бюффона на рост, развитие и размножение толкуются материалистически.

Интересны по фактическим данным в рецензируемом сборнике статья Берзана о Бюффоне как «делом человеке», также «реалистически» рисующая его, и статья Франсуа о деятельности Бюффона в Королевском саду, которым он заведовал почти полстолетия. В статье Дешамбра в качестве образца всей «Естественной истории» разбирается глава о собаках. Дешамбр подчеркивает новые идеи Бюффона и его сотрудника Добантони о влиянии климата и среды на форму собак, об общности их происхождения, об их скрещиваемости с волком и наследственности.

В статье Бурдье рассматриваются различные изображения Бюффона в живописи и скульптуре; статья иллюстрирована хорошими репродукциями.

В конце сборника впервые публикуется целая серия писем Бюффона. Сборник заканчивается статьей Хильбрэна «Опыт библиографии», в которой по годам приводятся публикации Бюффона.

Сборник ценен по содержащемуся в нем богатому материалу. Его идеологическая направленность двойственна, полновинчата. К сожалению, в нем не сделана попытка исследовать и показать достаточно полно и последовательно значение Бюффона в истории естествознания. Его роль в истории науки, несомненно, велика; импульс, идущий от него, не иссяк еще и сегодня, и с годами значение его в этом отношении становится все понятнее и очевиднее. Чаяния Бюффона, вдохновившие его на грандиозный научный труд, нам близки. Он ждал, что придет время, когда человек поймет, что «пастоящая слава его — наука, и мир (la paix) — его истинное счастье».

П. И. Кацаев

**«Очерки по истории геологических знаний».** Изд-во АН СССР, 1953, вып. I, 220 стр.; вып. 2, 257 стр.

В 1953 г. Кабинет истории геологии Института геологических наук АН СССР приступил к изданию «Очерков по истории геологических знаний». Эти очерки, несомненно, обогащают литературу по истории геологии, а поэтому заслуживают положительной оценки, но вместе с тем необходимо высказать некоторые пожелания по дальнейшему улучшению этого важного издания.

При ознакомлении с содержанием «Очерков» легко заметить отсутствие связи между отдельными статьями. Само размещение статей в двух первых выпусках целесообразнее было бы сделать иным.

Например, в один сборник правильно было бы поместить статью о Ломоносове Д. И. Гордеева и Л. А. Чеботаревой, обе статьи В. В. Тихомирова о практической геологии и истории развития геологических знаний в России в начале XIX в., статью Г. А. Смирнова о «Курсе геологии» Д. И. Соколова, статьи Г. П. Барсanova о минералогических музеях и В. В. Ламакина о съемке в бассейне р. Аргуни. Все эти статьи относятся к одному периоду в развитии русской геологической науки — второй половине XVIII и первой половине XIX вв. В другом сборнике целесообразно поместить статьи В. П. Ренгарта об исследованиях на Кавказе и Н. Н. Тихоновича о съездах деятелей русской геологии. Такое расположение материала следило бы выпуск более целеустремленными.

Статья Д. И. Гордеева и Л. А. Чеботаревой о Ломоносове представляет большой интерес. О Ломоносове как геологе написано много. Можно сказать, что эта сторона его научной деятельности освещена достаточно полно. Но о влиянии трудов Ломоносова на западноевропейскую науку известно мало. Между тем это имеет огромное значение для понимания роли нашего великого соотечественника в развитии геологической науки.

Одной из причин широко распространенного в свое время мнения, что Ломоносов как геолог не оказал влияния на развитие науки и был забыт, являлось представление о том, что труды его не были известны за рубежом.

В рассматриваемой статье приводится много фактов, опровергающих такие взгляды. Труды Ломоносова, в том числе и после его смерти были напечатаны полностью и в виде рефератов во многих странах Западной Европы.

В упрек авторам статьи можно поставить недостаточно развернутое изложение некоторых работ Ломоносова. Авторы ограничились, например, утверждением, что немецкий тектонист С. Бубнов признает приоритет Ломоносова в ряде геологических открытий. А ведь С. Бубнов посвя-

тил сочинению М. В. Ломоносова «О слоях земных» специальную статью. То же относится к работе болгарского ученого М. Д. Ганева о роли Ломоносова в развитии геологии. О ней сказано следующее: «В 1952 г. молодой болгарский ученый М. Д. Ганев опубликовал в Софии статью, специально посвященную выяснению роли Ломоносова в развитии геологических знаний, подвергнув в ней разбору, главным образом его труд «О слоях земных». За этими общими словами читатель вряд ли сможет уловить содержание работы М. Д. Ганева.

В статье Д. И. Гордеева и Л. А. Чеботаревой материалы о работах Ломоносова в области геологии занимают очень мало места по сравнению со сведениями о его работах в других отраслях науки. Вряд ли это оправдано, если учесть, что статья напечатана в сборнике по истории геологических знаний, а не вообще по истории естествознания.

Статьи В. В. Тихомирова посвящены наиболее разработанному периоду в истории русской геологической науки — первой половине XIX в. В одной из них (вып. 1) приведены краткие сведения о развитии горнозаводской промышленности в России, что является необходимым введением к изложению материалов о геологических исследованиях. Несмотря на то, что автор приводит только краткие сообщения об исследованиях на Кавказе, в Европейской России, на Урале и в Азиатской части СССР, статья представляет большой интерес. К сожалению, в ней мало сведений о теоретических воззрениях горных инженеров. Правда, в заключении В. В. Тихомирова отмечает, что русские горные инженеры много внимания уделили теоретическим вопросам геологии, способствовали полному разгрому центристов, развили передовые идеи ломоносовской школы. Однако этого недостаточно для полного освещения их деятельности.

Во второй статье В. В. Тихомирова (вып. 2) освещены некоторые моменты развития русской геологии за период с 1800 по 1840 г. Автору удалось собрать интересные данные, до сих пор остававшиеся не известными широкому кругу читателей. Особенно это относится к рассмотрению учебников по геологии и палеонтологии и выяснению роли журналов в распространении геологических знаний.

Приведенный материал позволил автору установить, что первый четырех десятилетия XIX в. были важным этапом в истории развития русской геологии.

В. П. Ренгартен в своих статьях (вып. 1 и 2) сообщает о геологических исследованиях на Кавказе в конце XIX и начале XX вв. Сведения об исследованиях на Кавказе в начале XIX в. приведены и в рассмотренной выше статье В. В. Тихомирова (вып. 1). Для полноты картины

желательно было бы изложить историю геологического изучения Кавказа в середине прошлого столетия. Тогда можно было бы составить представление об истории геологических исследований на Кавказе почти за весь дореволюционный период.

В первом выпуске «Очерков» помещена статья Г. А. Смирнова «О курсе геогности» Д. И. Соколова. Эти же материалы, но в более кратком виде помещены в рассмотренной выше статье В. В. Тихомирова. В обеих статьях упоминается курс «Конхицинологии» Я. Г. Зембницкого. Приведение одних и тех же материалов в двух выпусках вряд ли можно считать оправданым.

У Г. А. Смирнова и В. В. Тихомирова имеются некоторые различия в оценке научной деятельности Д. И. Соколова. Так, Г. А. Смирнов пишет: «Д. И. Соколов, несомненно, был эволюционистом, хотя нигде не употреблял слово "эволюция". Идея развития была основой его мировоззрения» (вып. 1, стр. 145). По мнению В. В. Тихомирова, Д. И. Соколову принадлежит ряд выскаживаний, свидетельствующих о зарождении у автора представлений (правда, еще недостаточно четких) об эволюционном развитии организмов от простого к сложному и о влиянии внешних (климатических) условий на изменение организмов» (вып. 2, стр. 79, подчеркнуто мною. — Авт.). Эти две оценки даются при рассмотрении одного и того же труда Д. И. Соколова. Читателю остается только самому доискиваться правильных выводов о взглядах ученого на эволюцию.

Статья Г. А. Смирнова, на наш взгляд, не отличается глубиной анализа материалов. Приводя большое количество цитат из учебника Д. И. Соколова, автор все же не раскрывает всего богатства содержания этого труда, не дает цельного представления о теоретических воззрениях ученого.

Г. А. Смирнов пишет, что Д. И. Соколовым был создан первый оригинальный курс геологии (вып. 1, стр. 149). Следовало бы отметить, что при составлении учебника использовались материалы зарубежных ученых. На этот недостаток в статье Г. А. Смирнова справедливо указал С. Р. Микулинский<sup>1</sup>.

Особое значение приобретает идеяная направленность научного творчества ученых прошлого. Ее нужно выявлять и обосновывать глубоким анализом всего, что создано ученым. Нельзя согласиться с мнением Г. А. Смирнова о том, что «даже беглое знакомство с идеейной направленностью этой части курса заставляет нас признать в ее авторе серьезного и независимого мыслителя в вопросах философского обос-

нования, излагаемого им предмета» (стр. 149). Это утверждение не подкреплено достаточным материалом и потому неубедительно.

Необходимо было бы остановиться и на статьях Д. И. Соколова в «Горном журнале». Эти статьи и «Курс геогности» тесно связаны между собой, по ним можно проследить формирование теоретических воззрений ученого.

Большой интерес представляют статьи Д. И. Тихоновича о съездах русских естествоиспытателей и врачей (вып. 1) и о съездах деятелей по практической геологии и разведочному делу (вып. 2). В истории русской геологической науки эти многочисленные съезды сыграли большую роль, они содействовали распространению геологических знаний в широких кругах деятелей русского просвещения. На съездах с докладами выступали виднейшие ученые — А. П. Карпинский, Ф. Ю. Левинсон-Лессинг, В. И. Вернадский, Н. И. Андрусов, А. П. Павлов и многие другие. В выступлениях участников подчеркивалась связь между всеми отраслями естествознания. Так, К. А. Тимирязев говорил в 1894 г. на IX съезде: «...Не в бесчисленных единичных изобретениях и приспособлениях..., а в широком философском синтезе выражался этот могучийхват научной мысли, все более и более оправдывающий, убеждение во внутренней связи, в единстве всего естествознания»...

Статья Б. М. Келлера посвящена участию русских геологов в I—XII сессиях Международного геологического конгресса. Автор подчеркивает большое значение проекта стратиграфических подразделений, предложенного в 1881 г. на II сессии русскими учеными и принятого геологами всех стран. Он отмечает особую роль VII сессии Конгресса, проведенной в 1897 г. в Петербурге, которая по своим результатам превзошла все предшествующие и последующие сессии Конгресса дореволюционного времени.

Несколько, почему автор ограничился I—XII сессиями Международного геологического конгресса. Статья значительно выиграла бы, если бы были охарактеризованы и остальные сессии. Особое внимание следовало обратить на XVII сессию, проведенную в 1937 г. в Москве, которая была настоящим триумфом передовой советской науки.

В первом выпуске «Очерков» привлекает внимание статья Н. И. Карлова о С. Н. Никитине. Она является наиболее обстоятельной из всех, появившихся в последние время статей об этом ученом. Однако в глаза бросается преувеличение, значение его трудов. Н. И. Карлов не видит слабых сторон в научной деятельности Никитина, для ее оценки он употребляет только превосходную степень. Например, по мнению автора, труды С. Н. Никитина, в том числе «замечательная работа "Следы мелового периода в Центральной России"...

обеспечили коренную переработку стратиграфии юрских и меловых отложений Русской платформы на прочном палеонтологическом фундаменте» (стр. 156). На стр. 163 автор утверждает, что общая схема стратиграфии меловых отложений Никитина до настоящего времени остается в существенных чертах неизменной. Вряд ли можно согласиться с таким утверждением.

Нельзя умалять о том, что у С. Н. Никитина не было необходимой ясности в вопросе о границе юры и мела. В длительном споре А. П. Павлова с Никитиным о границе юры и мела оказался прав Павлов. Не всегда Никитин был объективен в своих суждениях, не всегда точно излагал взгляды своих противников и не всегда критически относился к собственным взглядам. Карлов допускает ошибку, не замечая этих недостатков С. Н. Никитина и преувеличивая заслуги этого, бесспорно, выдающегося ученого.

Из других материалов, напечатанных в первых двух сборниках, привлекают внимание статьи Ю. А. Жемчужникова о Л. И. Лутугине и о А. П. Карпинском.

В литературе жизнь и деятельность Л. И. Лутугина освещено еще недостаточно, хотя своей научной и особенно практической деятельностью он оставил большой след в русской геологической науке. Его по праву называют основоположником угольной геологии. Л. И. Лутугин принадлежит к той категории ученых, о которых нельзя судить по их опубликованным трудам. Им напечатано всего несколько заметок и предварительных отчетов, но своей практической деятельностью он прокладывал новые пути в науке. Геологическая съемка Донбасса, проведенная Л. И. Лутугиным, до сих пор считается образцовой. Он впервые стал изучать зависимость вещественного состава угля и угольных пластов от геологических условий. Лутугин был создателем крупной научной школы, выдающимся деятелем практической геологии, умело сочетавшим в своей работе теорию и практику. Ценность статьи Ю. А. Жемчужникова состоит в том, что в ней дана обстоятельная характеристика Л. И. Лутугина как ученого, прекрасного организатора и передового общественного деятеля. Следует подчеркнуть, что в рассматриваемых сборниках, к сожалению, больше ни в одной статье не раскрываются общественные воззрения ученых.

Очень интересна статья того же автора о творческом методе А. П. Карпинского. «Соединение сугубой осторожности при анализе фактов со смелостью синтезирующей мысли» — вот что характерно для деятельности великого ученого. Это ценное

качество должна вырабатывать в себе молодежь, вступающая в науку. Остается пожелать, чтобы в «Очерках» появились еще такие же статьи о творческом методе корифеев геологической науки.

Недостатком «Очерков» является почти полное отсутствие о советском периоде истории геологических знаний. Кроме того, хочется высказать еще одно пожелание. По нашему мнению, в задачу советских специалистов входит не только создание истории русской и советской геологической науки, но и критический просмотр материалов по истории зарубежной науки. С позиций диалектического материализма необходимо дать оценку научной деятельности выдающихся представителей зарубежной геологии. Поэтому мы считаем желательным появление в очередных выпусках «Очерков» статей о Лайсле, Оге, Зюссе, Мурчисоне и других крупных геологах. Можно пожелать, чтобы статьи в отдельных выпусках подбирались более целесустребленно, были объединены общей или близкой тематикой.

Необходимо подчеркнуть важность проводимой Отделом (быв. Кабинет) истории геологии Геологического института АН СССР работы по составлению краткой библиографии по истории геологических наук.

В 1949 г. вышел библиографический указатель литературы по истории естествознания, опубликованной в нашей стране за период с 1917 по 1947 гг. Но этот указатель не является исчерпывающим, так как в нем нет литературы, изданной в дореволюционное время. Кроме того, он построен по другому плану.

Составление библиографии по отдельным отраслям знаний заслуживает одобрения. Хотелось бы, однако, высказать некоторые пожелания. Для особы важных источников, ставших уже библиографической редкостью, необходимо давать краткие аннотации. Поскольку в нашей стране издается обширная литература по геологии, любой опубликованный указатель не будет полным. Поэтому целесообразно в каждом выпуске «Очерков» приводить дополнительные сведения по новейшей литературе, располагая их также по отдельным отраслям знаний.

В заключение следует подчеркнуть, что отмеченные недостатки по сиюминутной ценности «Очерков» по истории геологических знаний. «Очерки по истории геологических знаний» крайне необходимы не только специалистам, работающим в области истории науки, но и широкому кругу научных работников, геологов производственных организаций и особенно преподавателям высших учебных заведений.

П. С. Морозов

<sup>1</sup> «Вопросы истории естествознания и техники», вып. 1, 1956, стр. 313.

«Очерки по истории геологических знаний», Изд-во АН СССР, 1955, вып. 3, 215 стр.; вып. 4, 242 стр.

В 1955 г. были опубликованы 3 и 4 выпуски сборников «Очерки по истории геологических знаний».

Помещенные в сборниках статьи, написанные различными авторами и на разные темы, являются ценным материалом для глубокого изучения общей истории геологии. Следует отметить, что «Очерки» — это пока единственное издание, специально посвященное истории геологии. Поэтому особенно отрадно появление новых выпусков этой серии.

В выпусках 3 и 4 «Очерков» редакционной коллегии удалось сгруппировать материал по определенной тематике. Большое количество статей (особенно в вып. 3) посвящено истории геологических исследований территории нашей страны. Сюда относятся статьи: в вып. 3 — В. В. Тихомирова «О региональных исследованиях русских геологов в середине XIX в.», Н. И. Бархатовой «Вклад Всесоюзного географического общества в отечественную геологию», Л. А. Вайнера «Геологическое изучение Средней Азии и Закаспия в дореволюционный период (с середины XIX в.)», Ю. А. Даляникевича «Геологические исследования Литвы»; в вып. 4 — О. И. Исламова «Из истории горного дела и геологических представлений у народов Средней Азии с древнейших времен до середины XVIII в.», Г. П. Алферьева и В. И. Славина «История геологического изучения западных областей Украины», В. В. Тихомирова «Новые данные об организации геологического карттирования в России».

Изучение геологического строения отдельных районов нашей страны имело большое значение в развитии геологической науки. Этому изучению способствовало исключительное разнообразие структурных форм и горных пород, которыми отличаются отдельные районы нашей страны. Поэтому очень ценно освещение подобных исследований.

Статья В. В. Тихомирова (вып. 3) основана на большом литературном материале и освещает полевые исследования, проведенные в пределах Русской платформы, Урала, Кавказа, Кузбасса и др. В ней показаны достижения русских исследователей в области стратиграфии и региональной геологии. Статья снабжена большим списком литературы и картами. Региональные исследования середины XIX в. связаны с работами по геологической съемке, проводившимися особенно интенсивно в это время в связи с усиленными поисками полезных ископаемых.

Геологическому картированию в России посвящена другая статья В. В. Тихомирова (вып. 4). Статья в некоторой степени дополняет работу, помещенную в предыдущем выпуске 3, и основана на весьма ценных архивных материалах.

Особый интерес представляют архивные документы, относящиеся к поездке Мурчисона в Россию. Однако в связи с общностью тематики автору не удалось избежать некоторых повторений: например, в обеих работах рассказывается о карте Гельмерсена, о поездке Мурчисона и т. д.

В статье И. И. Бархатовой приводится обширный и малоизвестный материал о геологических исследованиях сотрудников Географического общества. Эти исследования проводились главным образом, в далеких и труднодоступных районах — Сибири, Дальнего Востока, Средней Азии. Эта статья удачно дополняет статью В. В. Тихомирова (вып. 3), где речь идет в основном об исследованиях в Европейской части нашей страны. Достоинство статьи И. И. Бархатовой в том, что в ней освещаются исследования и в советский период.

О геологических исследованиях в Средней Азии сообщается в статьях О. И. Исламова (вып. 4) и Л. А. Вайнера (вып. 3). В статье Исламова собран большой и чрезвычайно интересный материал о геологических и минералогических работах среднесибирских ученых в древности и в среднем веке. Статья Вайнера хронологически является прямым продолжением статьи Исламова и трактует об исследованиях территории Средней Азии русскими учеными начиная с 60-х годов XIX в. до 1917 г. Следует отметить, что такое расположение статей нельзя признать удачным, так как работа Исламова по содержанию должна предшествовать работе Вайнера.

Если статья Л. А. Вайнера посвящена исключительно работам русских ученых (это обстоятельство не отражено в названии статьи), то в статье Г. П. Алферьева и В. И. Славина подробно анализируются все работы, как русских, так и зарубежных ученых, касающиеся области Западной Украины и Восточных Карпат. Исторический обзор геологических исследований охватывает период с конца XVIII в. до 1952 г. Подобный обзор имеет большое познавательное значение в связи с новыми исследованиями советских ученых (А. А. Богданова, М. В. Муратова и др.), совершившими изменения не только взгляды на строение Карпат, но и поколевавшими все устои теории шарнирной. К сожалению, это последнее обстоятельство недостаточно подчеркнуто в статье.

Статья Ю. А. Даляникевича доста-  
точно полно освещает историю геологиче-  
ского изучения территории Литвы в тек-  
чение большого периода времени — с конца  
XVIII в. до 1951 г. Принимая во внимание,  
что история геологических исследований  
в некоторых союзных республиках, осо-  
бенно республиках Прибалтики, недоста-

точно широко известна, было бы желательно опубликовать подобные очерки и для других союзных республик.

Три статьи в выпуске 4 объединены одной общей темой — вопросом истории геологического образования. Таковы статьи А. С. Повареных «Начало специального горного образования в России», С. И. Родионова «Геологические науки в Киевском университете» и А. П. Резникова «Геология в Варшавском университете».

В статье А. С. Повареных приводится малоизвестный материал об истории создания специальных горных школ, причем наибольшее внимание уделено Горному училищу.

Статья С. И. Родионова посвящена истории преподавания геологии в Киевском университете. В ней можно перечислить интересные сведения. Большой недостаток этой статьи в том, что изложение сведено в сущности к перечислению кафедр и профессоров. Историю геологического образования необходимо давать на фоне общего развития науки.

Этому требованию больше отвечает статья А. П. Резникова. При изложении истории геологии в Варшавском университете автор касается общего развития геологической науки в России и показывает вклад ученых Варшавского университета в развитие этой науки. Статья посвящена главным образом развитию минералогии, петрографии и стратиграфии. Этим, по-видимому, объясняется тот факт, что автором не освещены важные работы профессора Варшавского университета А. Е. Лагорио, касающиеся теории землетрясений.

Ряд статей в рецензируемых выпусках посвящены отдельным проблемам геологической науки. Таковы статьи (в вып. 4) Б. М. Кедрова «Периодический закон Д. И. Менделеева и геохимия», Е. А. Радкевич «И. А. Шлаттер и его книга «Обстоятельное наставление рудному делу», В. А. Вахрамеева «Начало работ по палеогеографии в России». В выпуске 3 к этой группе можно отнести статью О. М. Шубниковой о работах В. И. Вернадского по минералогии и составленную тем же автором библиографию трудов Вернадского по минералогии, а также статью И. А. Островского о работах русских ученых в области синтеза минералов. Весьма большой интерес представляет статья Б. М. Кедрова, в которой на основании нового общирного архивного материала показано научное предвидение Д. И. Менделеева, блестящее подтверждение советскими геохимиками. Этими исследованиями устанавливается связь и как бы перекидывается мост между работами современных ученых и открытиями крупнейших ученых прошлого.

Интересные данные о работах И. А. Шлаттера изложены в статье Е. А. Радкевич. К сожалению, автором не отмечен тот факт, что Шлаттер придерживался исправильной теории неорганического происхождения угля, несмотря на имевшиеся уже в то время работы М. В. Ломоносова «Слово о рождении металлов от тресения земли», где этот вопрос изложен на основании правильной и приближающейся к современной точке зрения. Обобщающий характер посвят статьи В. А. Вахромеева, намечающая основные вехи в развитии изучения палеогеографии в России.

Особого внимания заслуживают помеченные в каждом выпуске сборников библиографические списки работ, содержащих материалы по истории отдельных геологических дисциплин. В выпусках 3 и 4 опубликована библиография по истории петрографии и истории геологии угля. Публикацию подобных библиографических списков необходимо продолжить.

Не умалит достоинств сборников «Очерки по истории геологических знаний», можно отметить некоторые общие недостатки, свойственные всем сборникам.

1. Очень мало обобщающих статей. Нет статей, посвященных истории развития основных идей в геологии (например, борьбы центуризма и плутонизма, истории учения об эволюционном развитии Земли, истории взглядов на длительность геологических процессов, истории актуализма и т. д.).

2. Совершенно отсутствуют статьи, посвященные развитию геологии в зарубежных странах. Недостаточно показана взаимосвязь русской и зарубежной науки.

3. В большинстве статей почти совершенно не показана взаимосвязь геологической науки с другими смежными дисциплинами. Между тем развитие геологической науки всегда было связано с развитием астрономии, физики, химии, биологии и т. д.

В заключение следует отметить, что по сравнению с двумя предыдущими выпусками оба сборника, опубликованные в 1955 г., составлены несколько удачнее: более систематизирован и подобран материал, больше привлечено архивного материала.

Можно пожелать Редколлегии и Отделу истории геологии продолжить систематическое издание «Очерки по истории геологических знаний», не допуская, однако, между выходом в свет отдельных сборников таких больших перерывов, как это было с публикацией выпусков 1 и 2 (1953 г.) и 3 и 4 (1955 г.).

И. В. Батюшкова

**Г. И. ГОРШКОВ. Александр Петрович Орлов (из истории русской сейсмологии).** Научно-популярная серия. Изд-во АН СССР, 1955, 61 стр.

Г. П. Горшков подробно разъяснил содержание и значение выдающихся сейсмологических работ А. П. Орлова (1840—1889), которые мало известны широким кругам ученых. Брошюра Г. П. Горшкова — не только популярное изложение уже известных сведений, но и специальное историко-научное исследование. Автор тщательно изучил как изданные работы Орлова, так и архивные материалы. Он впервые подробно охарактеризовал А. П. Орлова как выдающегося сейсмолога.

А. П. Орлов умер на 49 году жизни, но, несмотря на это, он успел выполнить много ценных и разносторонних исследований. Научную работу А. П. Орлов совмещал с педагогической, которую вел в Перми, Иркутске, Саранске и Казани с 1861 г., когда он окончил Казанский университет и поступил на должность учителя Пермской гимназии. Исследованиями Орлов занимался большей частью в свободное от служебных обязанностей время.

Сейсмологией А. П. Орлов занимался более 25 лет. Им было опубликовано 14 работ по этой отрасли знаний, в том числе несколько монографий. В 70—80 годах прошлого века в России лишь он один систематически и упорно занимался изучением землетрясений. Его работы были началом сейсмологических исследований, получивших в дальнейшем широкое развитие в нашей стране. Горшков привильно называет А. П. Орлова наряду с Б. Б. Голицыным и И. В. Мушкетовым основоположником сейсмологии в России. Для большей ясности к этому следовало бы добавить, что сейсмологические работы были начаты А. П. Орловым раньше, чем работы названных ученых.

Г. П. Горшков пишет (стр. 7), что возникновение зимой 1861/62 гг. нового обширного залива Провал на восточном берегу Байкала, сопровождавшееся сильным землетрясением, «привлекло внимание А. П. Орлова и в какой-то мере определило направление его последующей научной деятельности». Интересно добавить, что первые работы были написаны А. П. Орловым только после того, как он сам побывал на Байкале в 1869 г.

До поездки на Байкал А. П. Орлов уже интересовался землетрясениями, например, происшедшими в 1867 г. в районе Добринского завода на Урале, но ограничился только собиранием сведений о нем. Он воспользовался этим материалом для публикации только в 1873 г.

Большое значение в формировании А. П. Орлова как ученого имело его участие в деятельности Сибирского отдела Русского географического общества, в котором в то время были сосредоточены крупные научные силы.

Г. П. Горшков почти не касается достижений предшественников А. П. Орлова

в наблюдениях над землетрясениями. Без этого нельзя составить представления о значении собственных работ ученого. В брошюре слишком кратко отмечено, что А. П. Орлов был отличен знаком с состоянием сейсмометрии в зарубежных странах, особенно в таких как Италия и Япония, известных своими многочисленными и сильными землетрясениями.

Живя в Иркутске, А. П. Орлов в 1869 г. составил, а в 1870 г. опубликовал проект очень интересного сейсмометро-графа. К сожалению, инструмент по этому проекту изготовлен не был. В связи с описанием проекта в брошюре Г. П. Горшкова (стр. 27) отмечено, что еще ранее, в 1863 г., там же в Иркутске П. А. Кельберг предложил проект подобного инструмента. Проект Кельберга был опубликован в 1864 г. в «Записках» Сибирского отдела Русского географического общества в виде короткой заметки с рисунком.

Однако Горшков не отметил, что в 1867 г. в Иркутске (за год до приезда туда Орлова) в здании музея Сибирского отдела Русского географического общества были установлены и сейсмометр и сейсмограф. Среди лиц, занимавшихся этими инструментами, был знаменитый географ и геолог П. А. Кропоткин. Сейсмометр был изготовлен по системе П. А. Кельберга (см. Отчет о действиях Сибирского отдела Русского географического общества за 1867 г., а также стр. 160—163 приложения к нему). Эта поправка к брошюре необходима для установления преемственности в развитии сейсмометрических идей в России. Ввиду этого нельзя согласиться с указанием Горшкова (стр. 4), что Орлову принадлежит «проект первого прибора по регистрации землетрясений».

А. П. Орлов — ученый с очень широким кругозором. Он был не только сейсмологом, но и географом в самом широком смысле этого слова. К сожалению, представление о нем получилось несколько односторонним, так как Г. П. Горшков ограничился только горьм перечислением тех работ Орлова, которые выходят за рамки сейсмологии, и не затронул их содержания. Однако и то, что относится к сейсмологии, не всегда освещено достаточно полно. В брошюре, например, только вскользь упоминается о наблюдениях Орлова во время поездки на Байкал и в Забайкалье. Это тем более досадно, что вопрос о разнообразных медленных движениях земной коры, поднятый Орловым в результате этой поездки, был тесно связан с изучением им землетрясений.

Автор напомнил важную мысль Орлова о связи землетрясений с медленными движениями земной коры. Это — те движения, которые обычно остаются незаметными для местного населения, так как происходит постепенно, и их амплитуда слишком мала

для того, чтобы их заметить в течение одной человеческой жизни. Они большей частью ускользают и от эпизодических наблюдений ученых. Орлов писал, что медленные тектонические движения земной коры и землетрясения возбуждаются одной и той же силой. Он ясно понимал, что землетрясения существенно связаны со структурой

В связи с недостаточным и не совсем правильным применением геологического метода к исследованию тектонической подвижности берегов Байкала, Орлов высказал не вполне правильное мнение о сплошном поднятии северо-западного берега Байкала между истоком Ангары и мысом Каильским. В действительности это поднятие



Рис. 1. Северный берег залива Провал на восточном берегу Байкала.

Образование залива привлекло к себе внимание А. П. Орлова. Провал углубляется и теперь. На фотографии видны два древесных пня, торчащие из воды, — свидетельство опускания берега.

Фотография В. В. Ламакина. Август, 1955 г.

земной коры, с тектоническими процессами. Горшков справедливо считает это большей заслугой А. П. Орлова.

Наблюдая берега Байкала, ученик отметил признаки их местных тектонических поднятий и опусканий, происходящих параллельно с изменениями самого уровня воды в озере. Однако в брошюре Горшкова содержится настолько краткое упоминание об этом, что оно теряется среди остального материала.

До Орлова никто в мировой науке не описывал дифференцированных современных движений озерных берегов вообще. Он впервые указал на существование этих движений на Байкале. К их исследованию А. П. Орлов подошел с разных сторон — с геологической, археологической и исторической.

Прерывается участками опускания. Наряду с этим он привел неоспоримые археологические данные об опускании побережья Селенгинской дельты на восточной стороне Байкала; из этих данных становится ясно, что опускание побережья дельты происходит не только у залива Провал, но и в стороне от него. В результате своих исследований Орлов высказал правильные мысли о разнообразии в тектонической подвижности байкальских берегов, о поднятии их в одних местах и опускании в других с неодинаковым размахом.

Заслуживают внимания соображения А. П. Орлова о значительном тектоническом поднятии местности в районе большого села Кудары, которое находится в глубине Селенгинской дельты, а не на берегу Байкала. Орлов установил, что это село

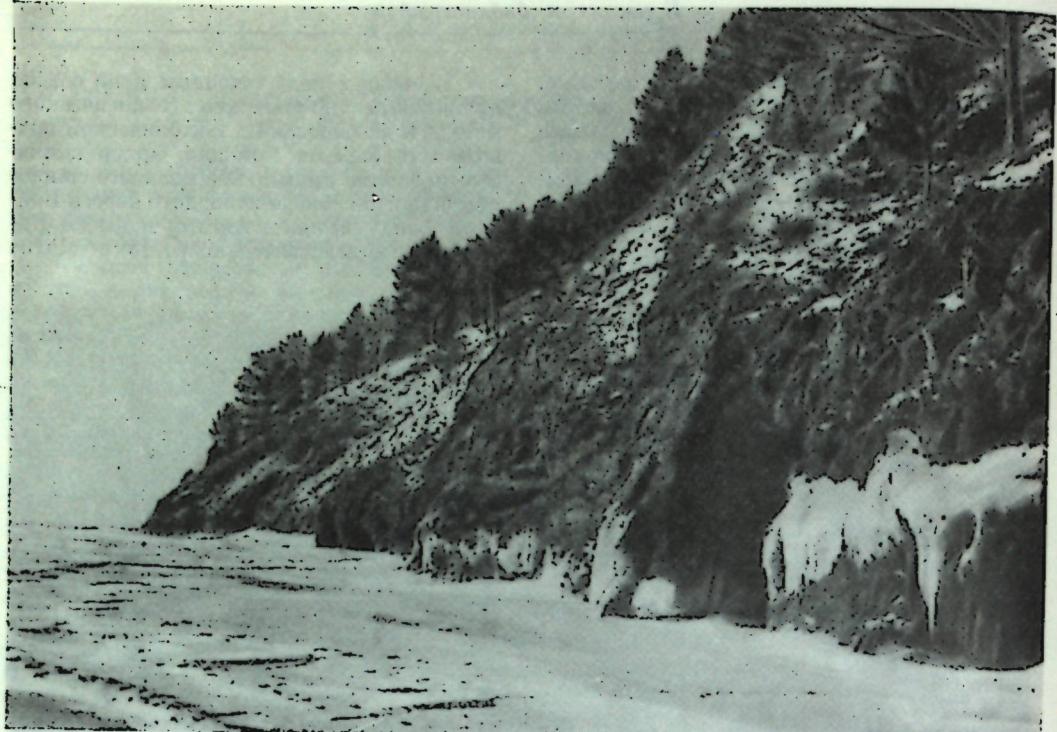


Рис. 2. Мыс Сытый на северо-западном берегу Байкала недалеко от истока р. Ангары. Здесь А. П. Орлов занимался исследованием признаков медленных тектонических движений земной коры.

Фотография В. В. Ламакина. Февраль, 1955 г.



Рис. 3. Село Кудары, расположенное на поднимающемся участке дельты Селенги. Справа видна речка Харауз — остаток бывшей селенгинской протоки, которая разорвана поднятием местности

Фотография В. В. Ламакина. Август, 1955 г.

почти целиком заливалось в паводнение 1830 г. Однако оно не пострадало от следующего более сильного паводнения в 1869 г. Из этого он сделал вывод о поднятии села Кудары в промежуток времени с 1830 до 1869 гг. Поднятие, по его мнению, могло произойти после образования залива Пряжал в результате землетрясения зимой 1861/62 гг. Поднятие одного участка земной поверхности он связывал с опусканием соседнего участка.

Не менее интересны соображения Орлова о тектонической деформации долины р. Селенги в районе Гусиного озера, под влиянием которой течение реки передвигнулось к востоку.

Попытки выяснения недавних и современных движений земной коры на берегах Байкала и в долине Селенги с правиль-

ными выводами о разнообразном дифференцированном характере этих движений составляют большую заслугу А. П. Орлова в геологии, в той ее отрасли, которая впоследствии оформилась в учение о неотектонике главным образом благодаря трудам академика В. А. Обручева. А. П. Орлов одним из первых начал исследования современных медленных движений земной коры.

Следует отметить недостаточное количество иллюстраций в рецензируемой работе; например, отсутствуют виды местностей, в которых производил исследования А. П. Орлов. В некоторой мере этот недостаток могут восполнить три фотографии, помещенные в настоящей рецензии.

В. В. Ламакин

**ЛЕОНАРДО ДА ВИНЧИ. Избранные естественнонаучные произведения.**  
Редакция, перевод, статья и комментарий В. П. Зубова. Академия наук СССР.  
«Классики науки». М., 1955, 1027 стр.

Академией наук СССР изданы «Избранные естественнонаучные произведения» Леонардо да Винчи в новом переводе. Выход в свет этого издания неслучаен. Советской науке принадлежат большие заслуги в изучении творчества гениального художника и выдающегося ученого эпохи Возрождения.

В «Введении» к «Диалектике природы» Энгельс писал: «Леонардо да Винчи был не только великим художником, но и великим математиком, механиком и инженером, которому обязаны важными открытиями самые разнообразные отрасли физики»<sup>1</sup>.

Леонардо — величайший живописец своего времени, столь богатого гениальными художниками. Обаяние картин Леонардо в их реализме, в естественной грации, замечательной игре света и теней, в подборе красок, с помощью которых он по-настоящему передает перспективу. Но самое важное в творчестве Леонардо — это великая любовь к человеку, его свободному чувству и свободной мысли. Боевой антиклерикальный дух Возрождения, прославление природы и человека, призванного к свободной и счастливой жизни на земле, ненависть к аскетическому принуждению человеческой жизни пронизывают картины Леонардо, в том числе и картины, написанные по традиции на религиозные сюжеты. В картине «Тайная вечеря» лица и фигуры учеников выражают подлинно земные, подлинно человеческие страсти, чувства и мысли. Знаменитый портрет Джоконды — это глубокое и возвышенное утверждение ценности земной, реальной человеческой жизни, человеческой кра-

соты, человеческой мысли, величественный апофоз человека.

Великие мыслители Возрождения были революционерами в науке, они выступили против традиций богословской сколастики, провозгласили независимость науки от церкви, нанесли сокрушительный удар церковному авторитету, создали новое естествознание. В своих зашифрованных заметках (написанных «зеркальным письмом», то есть справа налево, так что их можно читать лишь с помощью зеркала) Леонардо с извратленной насмешкой пишет о католических священниках, называет их фарисеями, смеется над индульгенциями — «торговлей раем». Он говорит, что все в мире создано самой природой. Итальянский художник и историк искусства XVI в. Вазари в биографии Леонардо писал, что взгляды великого мыслителя на природу были несовместимы с религией, что он «предпочитал быть философом, а не христианином». В последующих изданиях Вазари вычеркнул эту фразу и пустил в оборот позднейшую версию о мнимом «раскаянии» Леонардо, которая не находит подтверждений в его творчестве. В научных заметках Леонардо бьет струя свободной исследовательской мысли, направленной против религиозной догматики. Он бичует средневековую магию, таинственные схоластики, весь антинаучный мусор средневековья. Леонардо противопоставляет отжившим догматам опыт и эксперимент, наблюдение природы, он зовет науку к пристальному изучению практики, техники, производства. Он пишет: «...пусты и полны заблуждений те науки, которые не порождены опытом, отцом всякой достоверности, и не завершаются в наглядном опыте...» (стр. 9). В научных фрагментах Леонардо красной нитью проходит идея

<sup>1</sup> Ф. Энгельс. Диалектика природы. Госполитиздат, 1955, стр. 4.

достоверности научных знаний. В противовес богословам, заявлявшим, будто абсолютная истина содержится в «божественном откровении», а научные знания «условны», Леонардо говорит: «И если мы подвергаем сомнению достоверность всякой ощущаемой вещи, тем более должны мы подвергать сомнению то, что восстает против опущений, каковы, например, вопросы о сущности бога и души и тому подобные, по поводу которых всегда спорят и сражаются. И поистине всегда там, где недостает разумных доводов, там их заменяет крик, чего не случается с вещами достоверными» (стр. 9).

Знания, проверенные опытом,— истинные знания, подобные математическим теоремам,— таково было убеждение Леонардо. Такие знания должны опираться на практику и указывать ей пути. «Любленный в практику без науки — словно корчмий, ступающий на корабль без руля и компаса; он никогда не уверен, куда плывет. Всегда практика должна быть воздвигнута на хорошей теории...» (стр. 23). В то же время теория не должна чуждаться практических вопросов. «Когда будешь излагать науку о движении воды,— замечает Леонардо,— но забудь под каждым положением приводить его практические применения, чтобы твоя наука не была бесполезна» (стр. 23).

Леонардо был выдающимся деятелем техники, он конструировал и строил шлюзы, каналы, мельницы, текстильные машины, летательные аппараты, он говорил, что регулирование реки Арио, на берегах которой он вырос, позволит получать богатые урожаи с каждого участка земли. Непрерывные войны того времени были источником тяжелой трагедии великого ученого и инженера, они препятствовали воплощению его технических проектов, да и самые его проекты памино опережали возможности техники XV—XVI вв.

Гидротехника занимает особое место в техническом творчестве Леонардо. Как известно, конструирование водяных колес было важнейшей основой развития механических знаний, получивших мощный толчок со стороны мануфактурного производства. Рукописи Леонардо содержат большое число конструкций водяных колес для мануфактурной промышленности. Вместе с тем Леонардо предлагал новые типы станков, приводимых в движение водяными колесами. Здесь мы встречаем воздушные машины, пилы, станки для нарезания гаек и винтов, прокатные и волочильные станины, механизмы для полировки зеркал и большое число других конструкций. Леонардо набрасывал чрезвычайно интересные схемы и приводил описание новых систем зубчатых колес, новых механизмов для превращения поступательно-взвратного движения во вращательное. Мы встречаем в его рукописях антифрикционные ролики, клапаны, измерительные приборы, счетчики. С именем Леонардо

связано создание нового типа ветряной мельницы, с крышей, врачающейся на круговом рельсе при помощи рычага. Леонардо был одним из первых мыслителей Возрождения, задумывавших над применением сил пара. Мы находим в его рукописях схему установки с цилиндром и поршнем. Широко известны его чертежи и рисунки летательных аппаратов, в том числе напоминающих современный геликоптер, рисунок парашюта и многочисленные схемы полета птиц, при помощи которых Леонардо разрабатывал теорию летательных аппаратов тяжелее воздуха.

В тесной связи с практическими замыслами находились разрабатываемые Леонардо проблемы математики и механики. Среди собственно математических задач основное место принадлежит геометрическим построениям и измерениям. Весьма интересны исследования, посвященные нахождению центра тяжести геометрических тел.

В своих заметках по механике Леонардо особенно подчеркивает, что рычаг и основанные на принципе рычага механические устройства не могут создать силу из ничего. Ему принадлежат глубокие мысли о статическом моменте, сложении и разложении сил, движениях по наклонной плоскости. Исходя из учения о рычаге, Леонардо исследовал системы блоков. Он предвосхитил науку последующих столетий в своих заметках о трении. Чрезвычайно многочисленны и важны по своему содержанию заметки Леонардо о гидростатике и гидродинамике. Он писал о законе сообщающихся сосудов, предвосхитив идеи механиков XVII—XVIII вв. в области гидростатики и гидродинамики. Эти теоретические исследования были тесно связаны с его гидротехническими проектами.

Если машина Леонардо связана с его техническими проектами, то с художественным творчеством гениального живописца связаны его исследования в области оптики. Леонардо не только сформулировал положения геометрической оптики в связи с учением о перспективе, он также говорил о физической природе света и проводил плодотворную и прогрессивную аналогию между светом и звуком. Отражение звука, как и света, по Леонардо, подчинено общему принципу: угол падения равен углу отражения. По аналогии со звуком великий мыслитель говорил о распространении света, причем сравнивал и то и другое с распространением волн на поверхности воды. «Как брошенный в воду камень становится центром и причиной различных кругов, так же кругами распространяется и звук, порожденный в воздухе, так же и всякое помещенное в светлом воздухе тело распространяется кругами и наполняет окружающие части бесчисленными своими образами» (стр. 653). Леонардоставил заметки о теории волнообразного движения, опирающиеся на его наблюдения за движением морских волн.

Леонардо да Винчи принадлежат гениальные наброски новой научной картины мира. Он говорит о единой природе земли и небесных тел, проекливая дорогу гениальным идеям великого польского мыслителя Коперника, труд которого появился через 24 года после смерти Леонардо. Одним из устоев средневековой холастики являлась догма о противоположности «греховной земли» и «совершенного неба». Физическая однородность земли и небесных тел, представление о земле как об одном из небесных тел стало впоследствии остройшим оружием коперниканской астрономии в борьбе против теологии. С этой стороны очень велико историческое значение принадлежащего Леонардо открытия действительной природы «неподвижного света Луны» (стр. 751). Луна, говорит Леонардо, светит отраженным светом, почему же мы видим не только яркий серп месяца, но также едва освещенную остальную поверхность лунного диска? Он объясняет это отражением света от Земли: свет Солнца падает на нашу Землю и, отраженный, освещает Луну. Разбирая вопрос о свете Луны, Леонардо первый смело пользуется «земными» понятиями и аналогиями для решения «небесной» проблемы. Он опирается на земную физику и прикладную оптику. Это прямой путь к непроверенному канонизированного церковью геоцентризма. У Леонардо встречаются даже прямые указания на неподвижность Солнца (см. стр. 736).

Леонардо выступал против библейских догм не только в своих заметках о звездах и солнечной системе, но и в геологических фрагментах. Он смеется над легендой о потопе, над церковными книгами, излагающими эту легенду, над представлением об окаменелостях как об «игре природы», результате влияния звезд и т. п. Размышляя о происхождении раковин, находимых в горах Италии, Леонардо утверждает, что когда-то море покрывало страну, и вершины ее гор были небольшими островами. Он был одним из первых мыслителей Возрождения, писавших об изменчивости Земли.

В заметках об анатомии и физиологии Леонардо отмечает единство животного мира и говорит о человеке как о «первом звере среди животных». Леонардо обдумывает «описание человека», которое охватывает и тех, кто почти подобного ему вида, как павиан, обезьяна и многие другие» (стр. 776). В своих биологических заметках Леонардо выступает как замечательный представитель новой анатомии. Его интересуют не только непосредственные наблюдения, но и установление определенных типов, определенных связей. Леонардо писал о сходстве скелета человека со скелетом животных, о сходстве органов человека, обезьяны и других млекопитающих. Леонардо — мастер экспериментальных физиологических исследований, тесно связанных с анатомическими наблюдениями;

он стремился найти в спинном мозгу лигушки важнейшие центры, обеспечивающие ее жизнь, и для этого производил соответствующие опыты (стр. 840).

Живописец и ученый, Леонардо дал последующим поколениям великие образцы единства и цельности творчества при необычайном его многообразии. В его учении о перспективе сливаются и переплетаются эстетические и оптические идеи. Глубокое знание анатомии способствует реалистическому изображению человека.

Философские и естественнонаучные высказывания Леонардо прописаны любовью к природе, мыслью о радостной и свободной жизни человека на земле. Если для представителей католической реакции, средневекового аскетизма природа была чем-то «греховным», то для Леонардо природа, в которой все явления объясняются естественными причинами, служит счастливой и свободной жизни человека. Этот круг общественно-философских и естественнонаучных идей Леонардо находится в глубокой гармонии с направлением его художественного творчества и служит идейной основой жизнеутверждающего реализма живописи Леонардо.

Научное творчество Леонардо было важнейшим этапом подготовки нового естествознания. Идея физической однородности Вселенной, представления о равновесии и движении тел, о свете и звуке, о волнобразном движении получили дальнейшее развитие в XVI—XVIII вв., когда Коперник, разбивая церковную догму, выдвинул гелиоцентрическое представление о солнечной системе. Галилей изложил новые принципы динамики, Ньютона сформулировал классические законы движения.

Великий физиолог-материалист И. П. Павлов писал о Возрождении: «Прорвавшейся страстью дышит период, недаром названный эпохой возрождения, период начала свободного искусства и свободной исследовательской мысли в новейшей истории человечества. Приобщение к этой страсти всегда останется могучим толчком для теперешней художественной и исследовательской работы. Вот почему художественные и научные произведения этого периода должны быть постоянно перед глазами теперешних поколений...»<sup>2</sup>.

Естественнонаучные труды Леонардо да Винчи — неотъемлемая часть его наследия, произошедшего единим идейным устремлением великого итальянского художника, мыслителя и инженера. Между тем публикация естественнонаучных трудов Леонардо да Винчи значительно отстала по времени от его славы. Научное наследство Леонардо представляет собой большое число записных тетрадей и книг, в которых перемежаются заметки, чертежи, зарисовки... Записи по большей части не датированы, и их датировка — результат

<sup>2</sup> И. П. Павлов. Поли. собр. трудов, т. V, М.—Л., 1949, стр. 316.

долгого, тщательного труда исследователей — до сих пор включает множество неразрешимых и спорных вопросов. Рукописи Леонардо в своей значительной части разошлись по рукам, были похищены и утрачены. Оставшиеся рукописи и чертежи хранятся сейчас в итальянских музеях и библиотеках. Некоторые рукописи были сброшюрованы, среди них — крупнейший «Атлантический кодекс», хранящийся в Милане. В XVI в. некоторые отрывки из рукописей Леонардо были соединены в виде «Трактата о живописи», впервые напечатанного в Париже в 1651 г. Примерно в то же годы (в 1643 г.) была составлена выборка из рукописей Леонардо под павильоном «Трактат о движении и измерении воды»; он был напечатан только в 1826 г. и второй раз — в 1923 г. Что же касается основных научно-технических заметок Леонардо, то на них лишь в самом конце XVIII в. обратил внимание Вентури, исследовавший 13 рукописей, привезенных из Милана Бонапартом. Во второй половине XIX в. началась более или менее систематическая деятельность итальянских, французских, русских, норвежских и английских ученых, которая привела к публикации большого числа текстов. Были изданы парижские рукописи, «Атлантический кодекс» и др. В частности, Ф. Ф. Сабашников напечатал в 1893 г. при участии итальянца Пиумати и француза Равессона рукопись «О полете птиц» и приступил к сотрудничеству с другими учеными к изданию анатомических рукописей, хранящихся в Винзоре. В 1907 г. итальянский историк Дж. Кальви издал еще одну крупную рукопись Леонардо, а в 1926—1935 гг. были изданы рукописи, хранящиеся в Британском и Саут-Кенсингтонском музеях.

С 80-х годов прошлого столетия начинается печатание избранных работ Леонардо. Однако сколько-нибудь систематическая сводка отрывков существует лишь в отношении работ Леонардо по механике (А. Учелли) и авиации (Р. Джакомелли). В Советском Союзе в 1935 г. вышло двухтомное издание избранных отрывков Леонардо; первый том его содержит естественнонаучные фрагменты. Большое число исследований о Леонардо как художнике, инженере и естествоиспытателе появилось в советской исторической литературе (работы А. А. Губера, А. К. Дживилегова, Р. А. Орбели и др.). Однако наиболее полным сборником естественнонаучных текстов Леонардо да Винчи на русском языке является рецензируемая книга. Составитель в результате очень большого труда тщательно скомпоновал и прокомментировал отрывки, и таким образом мировая сокровищница исторических сведений о творчестве одного из самых гениальных мыслителей и художников Ренессанса пополнилась капитальным вкладом.

В переводе Леонардо, как нам кажется, переводчик сумел уловить стиль оригинала без рабского «калькирования» тек-

ста в ущерб русскому синтаксису и без нарочитой архаизации. Он поступил вполне правильно, не пытаясь всюду однозначно передавать те или иные выражения итальянского оригинала непременно одними и теми же русскими выражениями (недопустимость этого убедительно показана им на стр. 960 на примере слов «peso» и «gravita», смысл которых варьируется у Леонардо в зависимости от контекста). Можно также приветствовать, что в новом издании переводчик (в отличие от некоторых других изданий классиков) пользуется квадратными скобками лишь в случае самих необходимых пояснений и не загромождает ими основного текста там, где отсутствие того или иного слова объясняется особенностями итальянского языка и введение его прямо диктуется построением русской фразы.

Особо следует остановиться на расположении отрывков. Разумеется, в их компоновке всегда должна оставаться известная доля произвола, поскольку, как уже было отмечено, в ряде случаев невозможно точно датировать фрагменты. Составитель руководствовался и хронологическим и систематическим принципами. В целом композицию следует признать удачной. Здесь можно отметить действительные находки. Так, например, отрывок о трубочисте из «Кодекса Форстера» начинает звучать по-новому на фоне отрывков, посвященных полету птиц (см. стр. 504). В целом ряде леонардовских «антологий» многие философские высказывания группируются отдельно, получая характер отвлеченных деклараций. Составитель показывает их в том контексте, в котором они находятся в самих рукописях: ведь передко философские размышления рождались у Леонардо в процессе решения конкретных научных проблем, в качестве обобщения или итога. Так, например, размышление о разуме и опыте (см. стр. 150) родилось у него в связи с попытками теоретически и экспериментально решить конкретную задачу о подвесенных тяжестях. Точно также глубоко взволнованный, красавый отрывок о бабочке и свете (см. стр. 90—91), часто цитировавшийся оторванно, получает новое истолкование в сопоставлении с отрывками, посвященными «тяжести» и «легкости»; читатель убеждается, что это как бы эмоциональный обертон общего учения Леонардо да Винчи о «стихиях». Наконец, в собрание естественнонаучных фрагментов включены, например, и отрывок из указаний «О том, как изображать потоки в живописи» (стр. 353) и отрывок из басни об иве и тыкве (стр. 535); в них Леонардо с такой же подробностью и точностью, как и в своих научных записях, описывает движение воды и полет птицы, что наглядно видно из ряда приводимых фрагментов.

Отсутствие предметного указателя отчасти компенсируется самой группировкой отрывков и многочисленными перекрестными ссылками в комментариях, которые

вместе с тем наглядно показывают все многообразие перенеслающихся идей в сложной ткани леонардовских мыслей. В качестве примера интересных замечаний, содержащихся в этих комментариях, можно бы указать на убедительное опровержение домысла, будто Леонардо был изобретателем зрительной трубы (стр. 999—1001); к этому выводу автор пришел независимо от итальянского ученого С. Тимпаниро, и такое совпадение еще более подтверждает правильность заключения. На стр. 948—949 автор комментариев по-новому сопоставляет взгляды Леонардо и его друга Пачоли. Обычно отмечались лишь черты сходства; здесь, насколько нам известно, впервые оттенены и существенные черты различия: «В отличие от Пачоли Леонардо всегда интересовался физическим смыслом того или иного алгоритма, диапазоном его возможного применения к факторам физического мира». Жаль, что в комментариях осталась почти вовсе неучтенней и неотраженной обширная любилейная литература о Леонардо, вышедшая в 1952 и последующих годах как в Советском Союзе, так и за рубежом.

Рецензируемое издание содержит большое число естественнонаучных текстов Леонардо. Как известно, соотношение между текстом и рисунком в его записях книжках было весьма различным. В одних случаях рисунок почти не имеет текстовых пояснений, в других соблюено известное равновесие между текстом и рисунком, в третьих, наконец, преобладающую роль играет текст. Составитель справедливо указывает, что в первом случае требуется создание другого типа, а именно такого, в котором комментарий должен занять значительно большие места (таково большинство технических и анатомических рисунков). Однако жаль, что во втором случае были опущены некоторые рисунки Леонардо; мы имеем в виду отрывки, посвященные полету птиц, где иногда трудно сказать, что является главным: текст ли служит пояснением к рисунку или рисунок к тексту. Можно было бы богаче иллюстрировать и раздел ботаники, не говоря об отдельных изображениях растений, хотелось бы обратить внимание на детали знаменитых картин (в разделе геологии это и сделано); воспроизведен, например,

горный пейзаж «Джоконды». В упрек составителю можно было бы поставить и отсутствие указания на то, что ряд иллюстраций в разделе «Гидромеханика» заимствован из упоминавшего выше «Трактата о движении и измерении воды» XVII в. (стр. 342, 343, 354, 364, 371, 372, 382, 383, 393). На стр. 872 составитель, правда, указал, что ряд чертежей дается в перечерченном виде, однако если у читателя в других случаях и не может возникнуть сомнений, какие из них принадлежат Леонардо, то здесь он может быть введен в заблуждение. Наконец, не всегда выдержано указание в тексте перевода на подчас довольно прихотливое расположение оригинального текста в пределах воспроизводимой страницы. Это сделано, например, в разделе анатомии (стр. 843) и не сделано в разделе гидромеханики (например, в отношении репродукций на стр. 396 или 400).

Чтобы разобраться в текстах Леонардо и, тем более, чтобы оценить историческое значение каждого отрывка; увидеть его связь с состоянием естественнонаучных знаний, потребовалось тщательное изучение не только научного наследства величайшего итальянца, но и состояния науки в целом. Поэтому выпущенный том является крупным достижением советской школы историков естествознания.

Вместе с тем следует отметить идеиную направленность издания. В. П. Зубов резко, но справедливо критикует попытку признать творчество Леонардо (Л. Ольшики, Л. Торриданки), указывает на связь таких попыток с реакционными тенденциями в современной науке. Только на основе четкого представления о ходе развития культуры и, в частности, о движущих силах и характере культуры Ренессанса можно было правильно оценить и связать одно с другим отдельные высказывания Леонардо.

Настоящее издание убедительно показывает научным и широким общественным кругам всех стран, с каким глубоким интересом относятся советские люди к творчеству великих корифеев мировой науки и культуры, как любовью они охраняют их научное и художественное наследие.

А. Т. Григорьян,  
Б. Г. Кузнецов

### КРАТКИЙ ОБЗОР АНГЛО-АМЕРИКАНСКОЙ ЛИТЕРАТУРЫ ПО ИСТОРИИ СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

В зарубежных странах — Франции, Англии, Германии, США и других — издавалось и издается большое количество работ по истории строительной техники (монографий и статей). В настоящем кратком обзоре читатель познакомится с некоторыми работами, выполненными в указанной области английскими и американскими авторами.

В специальной литературе Англии внимание преимущественно сосредоточивается на истории архитектуры и меньше — на истории строительной техники. Наибольший интерес для инженера-строителя представляют, на наш взгляд, следующие монографии английских ученых: «Ранняя история современного строительства» Ри-

чарда Керби и Филиппа Лорсона<sup>1</sup>; «Краткая история строительного искусства» Мартина Брейгса<sup>2</sup>; «История строительства» Хорстмена<sup>3</sup>; «Строительство в Англии. До 1540 года. Документальная история» Л. Зальцмана<sup>4</sup>.

Эти работы интересны тем, что в них излагаются в историческом плане основные научно-технические идеи, осуществленные в ряде стран; приводится хорошо выполненные иллюстрации и дается большая библиография на английском и других языках. В некоторых монографиях использованы архивные документы, патенты и другие источники. Так, по словам Зальцмана для работы «Строительство в Англии» им было использовано до 1500 архивных документов.

В рамках краткого обзора не представляется возможным подробно прореализовать в отдельности каждую из перечисленных монографий. Поэтому ограничимся лишь оценкой этих работ с точки зрения их построения, методов исследования и принимавшейся периодизации событий.

Характерно для рассматриваемых монографий, что в каждой из них исследуется широкий круг вопросов, охватывающий весь комплекс строительства зданий и инженерных сооружений (строительные материалы, различные строительные конструкции и методы их возведения, водоснабжение и канализация, строительные механизмы, инструменты и приспособления и пр.), а также приводятся имена строителей и архитекторов, деятельность которых отразилась на развитии техники строительства.

В двадцати двух главах капитальной работы «Строительство в Англии» Зальцмана весьма подробно исследуется эволюция строительной техники до 1540 г. по различным ее разделам. Первые четыре главы касаются общих вопросов, связанных с возведением зданий (заработная плата, организация и правила строительства и т. д.). В последующих главах Зальцман рассматривает отдельные разделы строительной техники по видам строительства (деревянное, каменное и др.). Так, в главе 8 «Кирпичи, кладка» он показывает эволюцию кирпичной кладки и методы ее выполнения, а также технологию изготовления кирпича; в главах 9—11 рассматриваются строительные растворы и техника штукатурных и отделочных работ; в гла-

вах 12—22 освещаются такие виды строительных конструкций и материалов, как деревянно-каркасные дома, деревянные крыши, кровельный тростник и кровельная черепица, двери, ставни, а также использовавшиеся в строительстве механизмы и инструменты. К сожалению, приятие автором изложение по различным видам строительства (деревянное, каменное и др.) не способствовало созданию единой картины рассматриваемых разных периодов, несмотря на привлечение богатого архивного материала.

Примерно такое же построение характерно для монографии Брейгса, рассматривающего историю строительной техники с древнейших времен до XX в. Каждая из десяти глав его труда посвящена отдельным видам строительства (каменные работы, кирпичная кладка, бетон, плотничные и металлические работы и пр.) в общей связи строительных конструкций с применявшимися методами производства работ и со свойствами использовавшихся строительных материалов. Изложение Брейгса обладает большой четкостью. Однако и оно не свободно от недочетов в оценке тех или иных событий истории строительного дела. Так, например, в главе «Бетон» излагается предыстория цементного бетона (применение известковых растворов в древнейшие времена в Мексике и Перу), затем рассказывается о римском известково-пупцолановом бетоне и о конструкциях из него, и, наконец, дается описание изобретения цемента Джозефом Аспидином, но не указываются причины, которые способствовали появлению и распространению цемента и цементного бетона. Равным образом уделено недостаточное внимание вызванным этими обстоятельствами изменениям в строительной технике — появление новых, более совершенных конструкций и методов их возведения, совершенствованию технологии производства строительных материалов и т. д.

Монография Керби и Лорсона, излагающая историю строительства инженерных сооружений с древнейших времен до второй половины XIX в., также подразделяется на отдельные главы по различным видам сооружений (каналы, дороги, мосты, тоннели, водопроводные и другие сооружения) и различным строительным материалам.

Таким образом, все рассмотренные работы представляют совокупность очерков по истории отдельных строительных конструкций, материалов и работ.

Несколько иначе написана монография Хорстмена. В ней даются подразделения по периодам, характерным для развития определенных архитектурных форм в ряде стран, и отдельно рассматриваются для каждого периода архитектурные формы зданий, строительные конструкции, применяющиеся строительные материалы и пр. Но и в ней не дана цельная картина истории строительной техники как еди-

ного процесса. Главное внимание автор обращает на рассмотрение внешних форм зданий, на развитие различных архитектурных композиций и т. п.

Нечеткость построения монографий и отсутствие взаимосвязи между изготовлением конструкций, развитием конструктивных форм и появлением новых методов производства и организацией работ сказались и на периодизации истории строительной техники. Отсутствие научного обоснования периодизации и характеристики периодов — общий недостаток разбираемых трудов. По-видимому, английские авторы и не ставили перед собой этой задачи, ограничиваясь либо рассмотрением истории строительной техники по архитектурным периодам, а не по периодам, свойственным ей, либо только фиксированием дат и изложением технических идей, изобретений и открытий без их развернутой характеристики.

Кроме того, в рассматриваемых монографиях появление новых технических решений в области строительной техники, как правило, не увязывается с развитием других областей техники и технологии (горное дело, машиностроение, металлургия, химическая технология и т. д.). Хорошо известно, например, что строительство стальных мостов, вместо деревянных и чугунных, определилось успехами металлургии, обусловившими применение листового железа вместо сварочного в мостовых пролетных строениях. Использование чугуна позволило получать литые цельные строительные конструкции произвольной формы, по отливкам их не могла, естественно, выполниться непосредственно на месте строительства, что вызывало необходимость дорогостоящей транспортировки их с литьевых заводов; кроме того, конструкции эти не выдерживали больших ударных нагрузок. С развитием прокатного производства оказалось возможным заменить чугунное литье профильным железом и сооружать строительные конструкции, рассчитанные на большие усилия. В середине XIX в. было замечено, что решетчатые конструкции балок отличаются значительным увеличением момента сопротивления при сравнительно малом весе. Это привело к созданию железных рамных конструкций, а потребность в фасонном железе разных профилей для этих конструкций успешно удовлетворялась металлоизготавливателем, изобретавшим прокатки. Известно также, что успехи машиностроения определили появление новых методов монтажа пролетных строений мостов, каркасов зданий и пр. (в частности, появление подъемных кранов большой грузоподъемности обусловило переход от сборки металлоконструкций «rosscissive» к укрупненной сборке блоками). Известно, наконец, что развитие железнодорожного строительства в значительной мере способствовало прогрессу техники машиностроения, металлургии и других отраслей промышленности.

К сожалению, авторы рассматриваемых монографий не выделяют подобных связей развития строительной техники, равно как и не дают достаточного теоретического обобщения исторических фактов в этой области (в частности, Брейгс, долгое время читавший курс лекций в Лондонском архитектурном колледже, даже не попытался сформулировать цели и задачи курса, определить предмет и метод истории строительного искусства). При этом достойно сожаления, что, показывая развитие строительной техники в различных странах мира, они ни словом не упоминают о ее достижениях в нашей стране.

Однако при всех недостатках рассмотренных монографий нельзя не отметить и положительных качеств трудов английских историков строительной техники. Уже сам факт появления таких капитальных трудов заслуживает серьезного внимания, тем более что в них исследуются не отдельные узкие вопросы, а весь комплекс вопросов строительной техники в историческом аспекте. При написании подобного рода работ всегда возникают значительные трудности. И если английские ученые в результате многолетних исследований собрали и систематизировали очень большой фактический материал, то завершение такой сложной и трудоемкой работы уже есть их большая заслуга. Именно с этой точки зрения перечисленные труды по истории строительной техники представляют для нас большой интерес. Критическое изучение этих работ обогатит наши знания в области истории зарубежной строительной техники и поможет предупредить возможность появления фактических ошибок в монографиях, подготовленных советскими исследователями.

\* \* \*

Другим не менее важным источником для изучения зарубежной истории строительной техники являются статьи, опубликованные в англо-американской периодической литературе.

Во многом они страдают отмеченными выше недостатками больших монографических работ. Однако в некоторых журнальных статьях освещается периодизация истории строительного дела и делаются попытки ее обоснования. Так, в статье А. Пагслей (A. Pugsley) «История испытания (материалов и конструкций) в строительстве»<sup>5</sup> приводится следующая периодизация строительства:

1700—1800 гг.— первые попытки перехода к теоретическим и экспериментальным обоснованиям строительства;

<sup>1</sup> Richard S. Kigby and Philip I. Laurson. *The Early Years of Modern Civil Engineering*. London, 1932, 285 + 32 стр.

<sup>2</sup> Martin S. Briggs. *A Short History of the Building Crafts*. Oxford, 1925, 283 стр.

<sup>3</sup> H. Horstman. *History of Building*. London, 1951.

<sup>4</sup> L. F. Salzman. *F. S. A. Building in England down to 1540. A documentary history*. Oxford, 1952, 354 + 239 стр.

1800—1910 гг.—период преобразования железа и разработка стандартного оборудования для испытания;

1910—1940 гг.—период введения в практику строительства стальных каркасов сооружений и железобетона.

На наш взгляд такая периодизация в рамках журнальной статьи заслуживает внимания: в ней содержатся элементы научного подхода к развитию строительной науки и техники в их взаимосвязи и на основе краткого анализа приводятся обоснования указанной периодизации.

Интересно отметить прикладной характер некоторых статей. Такова, например, статья Ф. Пинкельдайса (F. Pinkeldey) «Урок древнего Рима»<sup>6</sup>. В ней говорится о прочности древнеримских сооружений, в частности, о хорошо сохранившемся акведуке, построенном 1800 лет назад. Далее указывается, что римляне применяли для бетона пущолаково-известковое вяжущее, песок и сортированные заполнители, и что они умели правильно составлять смесь. На основе этого, в статье даются выводы о преимуществах портланд-пущолакового цемента перед обычным портландцементом.

Общим для многих статей по истории строительной техники является широта тематики и сравнительно небольшие их объемы. Вот некоторые названия и объемы таких статей: «История мостов» Элфреда (Alfrid)—7 стр.<sup>7</sup>; «История цемента» Армстронга (Armstrong)—4 стр.<sup>8</sup>; «Революционизирующее влияние механизации на строительную технику (Обзор механизации строительства за 100 лет)» Ф. Донельдсона—8 стр.<sup>9</sup>; «История строительной промышленности и подрядный способ работ в США» Форимена (Forimena)—7 стр.<sup>10</sup>; «Эволюция железобетона» В. Ховарда (W. Howard)—1 стр.<sup>11</sup>.

Чтобы показать, как же решают авторы задачу освещения обширного вопроса в статьях объемом на 0,5—2 авт. л., рассмотрим статью Петерсона (L. I. Peterson) «История и развитие сборного бетона в США», содержащую 19 стр. текста и 15 рисунков.

Статья состоит из нескольких разделов со следующими подзаголовками: «Введение», «Морские сооружения», «Мосты», «Здания», «Конструкция «поднимающихся» этажей» (flat slab), «Предварительно напряженный железобетон», «Перспективы сборного бетона». В каждом разделе при-

водится описание интересных, по мнению автора, проектов различных сборных железобетонных конструкций и частично указываются методы их возведения.

Так, в разделе «Мосты» приводится описание различных мостов, возведенных из сборных железобетонных конструкций с 1909 по 1953 гг. В качестве примера одной из ранних конструкций сборных железобетонных мостов упоминается трехшарнирный арочный мост, построенный в 1911 г. длиной в 232 м с шириной проезжей части 54 м, состоявший из шести арочных пролетов длиной по 31 м с размерами полуарок 17 × 0,3 × 0,6 м. Арочные ребра были собраны на землю и устанавливались в проектное положение при помощи козлового крана. В ребра арок были вмонтированы надводные стойки, поверх которых укладывались плиты проезжей части. Стойки эти имели на концах выпуски арматуры с винтовой нарезкой и при помощи гаек закреплялись в ребрах.

Не анализируя работы этой конструкции моста, автор переходит к аналогичному описанию наиболее крупных сборных железобетонных мостов, построенных в США в последующие годы.

При этом он не отмечает, что нового было внесено в конструктивные формы, чем обусловливалось появление новых конструкций, предоставив это читателю.

Подобным же образом составлены и другие разделы статьи, в которой в целом не вскрыт процесс развития сборного железобетона, а его история сведена к описанию в хронологической последовательности интересных сооружений. Заголовок ее «История и развитие сборного бетона в США»—не соответствует содержанию, представляющему лишь материалы к истории развития этого вида строительной техники. Этим рассмотренная статья и представляет для нас интерес.

Статьи со сравнительно узкой тематикой более удачны. Они содержат в большинстве случаев научно-технические обоснования исторических фактов в развитии тех или иных проблем строительной техники. Как пример подобного рода статей можно привести статью Абельса (Abels) «Развитие применения предварительно напряженного бетона в США»<sup>12</sup>. В этой статье дается историческая справка о развитии напряженного железобетона до 1950 г., т. е. до момента широкого практического использования этой идеи. На основе технического и технико-экономического анализа ряда конструкций, возведенных с 1947 по 1953 г. (мост в Волнаг—Лейне, различные варианты арматуры из тростников Реблинга, системы Фрейсинэ, Стрессстиль с заделанной арматурой и Крома), устанавливаются выгоды применения напряженного железобетона и показывается

<sup>6</sup> «Pit and Quarry», vol. 29, 1936, № 5.  
<sup>7</sup> «Stone Trades Journ.», t. 71, 1952, № 7.

<sup>8</sup> «Cement, Lime and Gravel», t. 26,

1952, № 2.

<sup>9</sup> «Civil Engineering», t. 22, 1952, № 9.

<sup>10</sup> «Constructor», t. 34, 1952, № 9.

<sup>11</sup> «Engineering», t. 177, 1954, № 4594.

развитие этих конструкций в США. Но, обобщая исторический опыт, автор, к сожалению, не дает перспектив развития напряженного железобетона и техники напряжения арматуры.

На основании приведенных примеров можно констатировать, что англо-американская техническая периодика не оставляет в стороне вопросы истории строительной техники и придает им большое значение. Тематика статей, как правило, актуальна. Хорошими примерами этого являются уже упоминавшиеся статьи Пинкельдайса «Урок древнего Рима» и Абельса «Развитие применения предварительно напряженного бетона в США». В частности, Абельс, указывая, что в 1950 г., когда предварительно напряженный бетон в Европе получил уже широкое применение, а в США им интересовалась еще очень мало, отмечает,

что через два года положение резко изменилось, и что «в 1951—1952 гг. виду недостатка стали в результате забастовок в металлургической промышленности США развитие напряженного бетонашло дальше».

Как видим, появление этих статей отнюдь не было случайным, равно как не была случайной публикация ряда других историко-технических статей. Показывая подчас забытые технические решения, авторы статей способствуют дальнейшей разработке соответствующих актуальных проблем строительной техники.

Изучение капитальных монографий, а также периодической англо-американской литературы по истории строительной техники может быть полезным как для сбора исходных материалов и их обобщения, так и для критического использования имеющихся за рубежом решений проблем истории строительства.

А. С. Бобков

## ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

## VIII МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНГРЕСС ПО ИСТОРИИ НАУКИ

С 3 по 9 сентября 1956 г. во Флоренции и Милане (Италия) происходил VIII Международный конгресс по истории науки. Конгресс был создан Советом Международного союза историков науки и подготовлен специально назначенным организационным комитетом, состоявшим из ряда видных итальянских ученых.

Прежде чем перейти к краткому описанию работ Конгресса, скажем несколько слов о задачах и деятельности Международного союза историков науки.

В 1928 г. в Париже по инициативе историка науки, издателя журнала «Архейон», А. Миэля был организован Международный комитет по истории науки. В состав Комитета вошли несколько видных ученых Франции, США, Англии и Германии.

Важным мероприятием Комитета было созывание в 1929 г. I Международного конгресса по истории науки в Париже. Конгресс учредил Международную академию по истории науки и утвердил состав Международного комитета по истории науки. Было также принято решение регулярно созывать в различных странах Международные конгрессы по истории науки.

II Международный конгресс по истории науки состоялся в Лондоне в 1931 г. В работах этого конгресса принимали участие советские ученые.

III Международный конгресс по истории науки состоялся в сентябре 1934 г. в Португалии (Коимбра — Лиссабон). IV Конгресс проходил в конце сентября 1937 г. в Чехословакии (Прага). Ко времени этого конгресса в ряде стран были организованы национальные группы историков науки.

В связи с начавшейся второй мировой войной, работы Международного комитета по истории науки полностью прекратились. Прекратила свою деятельность и Международная академия по истории науки.

Возобновление деятельности обеих международных организаций по истории науки

относится к 1946 г. В 1947 г. в Швейцарии (Лозанна) состоялся V Международный конгресс по истории науки. VI Конгресс проходил в Голландии (Амстердам) в 1950 г., VII Конгресс — в Израиле (Иерусалим) в 1953 г.

Международный союз историков науки окончательно оформился под эгидой ЮНЕСКО в послевоенные годы. Целими Союза, согласно его уставу, являются:

1. Установление связей между историками науки в разных странах, между учреждениями, обществами и журналами, посвященными истории науки.

2. Собирание необходимой документации по истории науки.

3. Приятие всех мер, которые окажутся необходимыми или полезными для распространения и издания сочинений по истории науки и смежным дисциплинам.

4. Забота, с точки зрения финансирования, о нормальном функционировании Международной академии по истории науки.

5. Содействие укреплению единения наук в целом и укреплению связей между отдельными отраслями человеческого знания.

К началу VIII Международного конгресса Международный союз историков науки возглавлялся Советом, находящимся в Париже. Председателем Совета являлся проф. Луи де Броль (Франция), вице-председателями — проф. Г. Дингль (Англия) и проф. В. Шонфер (Швейцария). Генеральным секретарем Международного Союза историков науки состоял проф. Р. Татон (Франция).

В тесном сотрудничестве с Международным союзом историков науки существует Международная академия по истории науки. В ее состав входят представители различных стран, избранные в действительные члены и члены корреспонденты Генеральной ассамблеи Академии. Членами-корреспондентами Международной академии по истории науки являются советские

ученые — академики В. В. Струве и К. М. Быков и член-корреспондент АН СССР Х. С. Коштольц.

Руководство Международной академии по истории науки осуществляется Советом (Президиумом), председателем которого является президент Академии, избираемый один раз в три года на очередных конгрессах по истории науки. В течение последнего трехлетия президентом Международной академии по истории науки был израильский ученый-биолог, проф. Ф. Симон Боденхаймер. На VIII Международном конгрессе по истории науки был избран итальянский ученый-физик проф. Васко Ронки.

VIII Международный конгресс по истории науки собрал значительное количество участников. Официальный список членов конгресса содержит около 400 фамилий. Фактически же в работах Конгресса приняло участие около 250 ученых — представителей 33 стран.

Следует особо отметить прекрасную подготовку и организацию работ конгресса. Большая заслуга в этом отношении принадлежит Организационному комитету конгресса, возглавляемому проф. Васко Ронки, и секретариату Конгресса во главе с доктором Марией-Луизой Бонелли, хранителем Музея по истории науки во Флоренции. Организаторы Конгресса и итальянские ученые вообще оказались очень гостеприимными хозяевами и много позаботились о максимальных удобствах для работ Конгресса и об ознакомлении членов Конгресса с замечательными памятниками культуры Италии.

Работы Конгресса фактически начались уже с вечера 2 сентября. Делегаты Конгресса — представители разных стран — впервые встретились и познакомились друг с другом, получили в секретариате соответствующую документацию Конгресса: программы работ, списки участников Конгресса, резюме докладов на секциях по специальности каждого делегата и различные справочные материалы. Вечером же 2 сентября состоялось первое заседание Совета Международного союза историков науки.

Официальное открытие Конгресса состоялось 3 сентября в старинном флорентийском замке «Палаццо Веккьо» в зале «двуухот» в торжественной обстановке. За столом президиума, помимо представителей властей Флоренции, — члены Международной академии по истории науки и члены Совета Международного союза историков науки. Позади президиума — флаг (трилистник на белом фоне) и почетная охрана в средневековых латах с алебардами.

Конгресс открылся приветственными речами представителей властей и руководителей Международного союза историков науки. Затем были заслушаны четыре кратких сообщения: Ф. С. Боденхаймера —

о жизни и деятельности Дж. Сартона, Р. Татона — о Международном союзе историков науки, Г. Абести — о трудах Галилео Галилея и А. Койре — об Академии Чименто. После этого делегаты Конгресса осмотрели замечательные залы и музыкальные коллекции палаццо Веккьо.

Деловая работа Конгресса во Флоренции проходила в помещениях так называемой «виллы Фавард» — в зданиях экономического факультета Флорентийского университета. Здесь, во второй половине дня 3 сентября, начались заседания секций Конгресса. Здесь же одновременно заседал Совет Международной академии по истории науки и состоялась Генеральная Ассамблея Академии. Вечером была организована встреча делегатов Конгресса в помещении Общества Леонардо да Винчи.

Утром 4 сентября Конгресс в полном составе на автобусах выехал в г. Пизу. В 11 часов в Актовом зале Пизанского университета состоялось пленарное заседание Конгресса совместно с учеными университета. Было заслушано два доклада, один из них — доклад проф. Г. дель Гуэрра — был посвящен научным традициям Пизанского университета, в котором одно время работал замечательный русский химик и композитор А. П. Бородин.

Затем в помещениях Университета прошли заседания двух секций Конгресса.

После осмотра главнейших достопримечательностей города Пизы участники Конгресса собрались в «доме Галилея» — в Пизанском физическом обществе, где осмотрели библиотеку по истории физики и выставку рукописей знаменитого итальянского физика Энрико Ферми. Вечером члены Конгресса возвратились во Флоренцию.

Первая половина следующего дня Конгресса была посвящена работе секций. Днем весь состав Конгресса отправился на автобусах на родину Леонардо да Винчи в город Винчи и в деревню Аниано, где родился и провел детские годы великий итальянский ученый, инженер и художник. Эта поездка была весьма интересной. Члены Конгресса осмотрели небольшой музей с реконструкциями инженерных изобретений ученого. Встреча членов Конгресса с жителями Винчи и Аниано была очень теплой. В парке, в тени кипарисов и маслины, состоялся импровизированный митинг. Затем члены Конгресса беседовали с жителями Винчи.

Вечером, после возвращения во Флоренцию, состоялось заседание Генеральной Ассамблеи Международного союза историков науки. В числе других вопросов обсуждался вопрос о вступлении Советского национального комитета историков науки в состав Международной организации. После моего сообщения о деятельности советских историков науки и техники и о задачах и трудах Института истории естествознания и техники АН СССР, Ассамблея поставила вопрос о приеме Советского наци-

нального комитета историков науки в состав Международного союза на голосование. Советский национальный комитет был единодушно принят в состав Международного союза историков науки.

6 сентября утром проходила работа секций. Одновременно певзантии на заседаниях секций члены Конгресса присутствовали на открытии мемориальных досок в память флорентийских ученых. Днем на пленарном заседании Конгресса был заслушан доклад Р. Савелли, посвященный юбилею Лука Гини. Затем состоялось присуждение медали в память Дж. Сартана, учрежденной Национальным комитетом историков науки США. В 17 часов члены Конгресса посетили Астрономическую обсерваторию и Оптический институт в Арчетри, близ Флоренции. Вечером состоялся официальный банкет для участников Конгресса и гостей.

Утром 7 сентября продолжали свою работу секции. В 15 часов состоялось последнее пленарное заседание Конгресса во Флоренции в помещении Тосканской академии наук и литературы «La Коломбариа». Был, в частности, заслушан доклад профессора В. Ронки о сочинении «De Телескоопио» Делла Порто. Вечером все делегаты Конгресса специальным поездом выехали в Милан.

С утра 8 сентября работы Конгресса были продолжены в помещениях Миланского национального музея истории науки и техники. Первое пленарное заседание Конгресса было посвящено деятельности итальянского ученого Августина Басси. После заседания делегаты знакомились с достопримечательностями города Милана и с Национальным музеем по истории науки и техники. Вечером делегатам было продемонстрировано несколько фильмов по истории науки в прекрасном широкоскрывном кинозале при Музее истории науки и техники.

Последний день работ Конгресса начался пленарным заседанием в зале Национального музея, украшенном флагами государств, представленных на Конгрессе. Ряд докладов был посвящен задачам работы национальных музеев по истории науки и техники, проектам международного сотрудничества музеев в отношении сбора исторических памятников, в частности, аппаратов и приборов крупнейших ученых. Был обсужден также проект пантеона науки и техники.

На последнем заседании Генеральной Ассамблеи Международного союза историков науки чрезвычайно живо обсуждался вопрос об объединении Международного союза историков науки с Международным союзом по философии науки. Это предложение было поставлено на обсуждение представителями ЮНЕСКО и принято Ассамблей, поскольку условием объединения определялось дальнейшее финансирование Международного союза со стороны ЮНЕСКО.

Таким образом, в настоящее время официально Международный союз историков науки представляет собой Отделение истории наук Международного союза истории и философии науки.

На заключительном заседании Генеральной Ассамблеи было решено принять приглашение испанского правительства и созвать IX Конгресс по истории науки в Барселоне в 1959 г. На заседании Международной академии по истории науки был избран новый президент на ближайшее трехлетие — проф. В. Ройки.

После окончания Конгресса делегаты разных стран, успевшие познакомиться друг с другом и обсудить различные научные проблемы, тепло попрощались, обменявшись адресами и оттисками своих трудов.

Таково в кратких чертах содержание работ Конгресса.

Основная научная работа Конгресса протекала в его секциях. Вначале было решено организовать шесть секций: 1) истории математики, физики и астрономии, 2) истории химии и фармации, 3) истории географии и геологии, 4) истории биологии и медицины, 5) истории технологии и прикладных наук, 6) общей истории науки.

Фактически же, в связи с поступлением большого числа заявок на доклады в секции истории математики, физики и астрономии, эта секция была разделена на три самостоятельные секции — истории математики, истории физики и истории астрономии.

Всего было представлено 224 заявки на доклады. Из них по истории математики 34, по истории физики 21, по истории астрономии 20, по истории химии и фармации 24, по истории географии и геологии 8, по истории медицины и биологии 57, по истории технологии и прикладных наук 30, по общей истории науки 30. Число заслушанных докладов оказалось значительно меньшим. В частности, из 55 докладов, представленных Национальным советским комитетом историков науки и техники, было заслушано всего два доклада — мой «О принципах построения учебника по истории химии» и проф. В. П. Зубова «О неделимых и континууме в древнерусской литературе (XI—XVII вв.)». Несмотря на это, в «Актах Конгресса» все представленные доклады будут опубликованы. На Конгрессе также не было заслушано много докладов, представленных учеными разных стран, но по различным причинам не прибывших на Конгресс.

Работа секций была организована следующим образом: каждая секция руководилась специальным уполномоченным организационного комитета, который и являлся официальным председателем секции. Кроме него на каждое заседание назначался председатель из числа делегатов от разных стран. На каждый доклад отводилось точно 10 минут. Никакие продления времени доклада не допускались. Зато обсуж-

дение докладов проводилось без ограничения времени выступавших.

Тематика представленных учеными разных стран докладов, естественно, была крайне разнообразной. Доклады обычно посвящались развитию наук в отдельных странах, открытиям и деятельности отдельных ученых. Чтобы составить представление о темах докладов, приведем несколько названий сообщений на различных секциях.

На секции по истории математики, в частности, выступали: японский профессор Кобори «О японских математиках XVII столетия», китайский профессор Ван-Лин «Развитие десятичной системы исчисления в Китае», французский математик Р. Татон «Влияние перспективы на развитие геометрии», польский профессор Теске «История теории Эйнштейна — Смолуховского», итальянский профессор Корсики «Сообщение о биографии математика Гульельмо Либри» и т. д.

Подобная же тематика характерна и для других секций. На секции истории физики, в частности, стояли следующие доклады: И. Б. Коген (США) «Явление и гипотеза в физике Исаака Ньютона», Р. Ленобль (Франция) «О предистории маятника Фуко», З. Маркович (Югославия) «Р. Башкович и прикладная математика» и т. д.

В секции истории химии и фармации среди докладов, посвященных частным проблемам истории науки, следует особо отметить доклад М. Дома (Франция) «За сотрудничество в истории Лавуазье». Речь шла о международном сотрудничестве в исторической оценке деятельности великого французского ученого.

Подавляющее большинство докладов в других секциях имели такой же характер частного исследования по истории науки. Это, впрочем, совершенно естественно, поскольку за весьма короткое время, отводившееся на доклад, едва ли возможно осветить какую-либо историческую проблему обобщающего характера.

На секции общей истории науки были также заслушаны преимущественно доклады, посвященные частным вопросам истории науки. Так, канадский профессор Клибанский посвятил свой доклад происхождению и рациональности доктрины о четырех темпераментах. П. Юар и М. Ван

(Франция) сделали сообщение на тему: «Таоизм и наука» и т. д.

В ближайшее время все доклады, представленные для прочтения на Конгрессе, будут опубликованы в «Актах Конгресса».

Перед советской делегацией на Конгрессе стояли следующие задачи: 1. Установить личные контакты и научные связи с учеными, представителями различных стран. 2. Поставить перед Генеральной Ассамблей Международного союза историков науки вопрос о приеме Советского национального комитета историков науки и техники в Международный союз. 3. Выступить на Конгрессе с приветствиями от советских историков науки и прочесть научные доклады. Все эти задачи нами были успешно выполнены.

Несомненно, что самым большим и ощущительным результатом нашего участия в работах VIII Международного конгресса по истории науки является установление многочисленных знакомств и дружеское общение с историками науки разных стран. Мы продемонстрировали Конгрессу образцы нашей научной продукции, издания Института истории естествознания и техники АН СССР. Следует отметить очень большой интерес делегатов Конгресса к нашим изданиям. Мы получили много просьб о присыпке каталога наших изданий и различных книг и материалов, интересующих иностранных ученых. В свою очередь мы получили приглашение сотрудничать в журналах, издаваемых в разных странах, получили много оттисков работ различных ученых. В настоящее время ведется обширная переписка с рядом ученых из разных стран.

Дальнейшее укрепление установленных научных связей, активное участие советских историков науки в секциях Международного союза историков науки и в изданиях Союза безусловно принесут огромную пользу укреплению дружбы и сотрудничества между народами и благотворно скажутся как на исследовательской деятельности Института истории естествознания и техники и всех советских ученых историков науки, так и на дальнейшем расширении деятельности Международного союза истории науки и философии.

П. Фигуревский

## ЮБИЛЕЙНЫЕ ЗАСЕДАНИЯ

\* 17 января 1956 г. во всех странах мира по решению Бюро Всемирного Совета Мира отмечалось 250-летие со дня рождения крупнейшего американского ученого, общественного и политического деятеля Вениамина Франклина.

В Актовом зале Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова в ознаменование этой даты состоялось

совместное заседание Академии наук СССР, Советского комитета защиты мира, Московского государственного университета, Союза писателей СССР и Всесоюзного общества культурной связи с заграницей.

Вступительное слово произнес президент Академии наук СССР академик А. Н. Несмеянов. С докладом о научной деятельности Франклина выступил акаде-

мик П. Л. Капица; общественную деятельность Франклина осветил в своем докладе член-корреспондент АН СССР А. В. Ефимов.

Академия наук СССР приняла постановление об издании научных работ Франклина и отдельных исследований, посвященных его творчеству.

\* 20 января 1956 г. в Ленинградском политехническом институте им. М. И. Калинина на совместном торжественном заседании Совета института, Отделения технических наук АН СССР и Научно-технического общества энергетической промышленности отмечалось 90-летие со дня рождения старейшего электротехника нашей страны, широко известного своими трудами в области истории техники, заслуженного деятеля науки и техники РСФСР и УзССР, члена-корреспондента АН СССР, лауреата Сталинской премии, доктора технических наук, профессора Михаила Андреевича Шателена.

\* Советская общественность широко отметила 50-летие со дня смерти выдающегося русского ученого, изобретателя радио Александра Степановича Попова. Этой дате были посвящены собрания, проведенные в ряде городов Советского Союза.

13 января 1956 г. Ленинградское отделение Института истории естествознания и техники АН СССР совместно с Ленинградским отделением Всесоюзного научно-технического общества радиотехники и электротехники им. А. С. Попова посвятили памяти А. С. Попова специальное заседание. Вступительное слово зачитал академик В. И. Смирнов. Канд. тех. наук, доцент И. В. Бренев рассказал о деятельности А. С. Попова на флоте. О работах Попова по физике сообщил доктор физ.-мат. наук, проф. А. Г. Граммаков. О Попове как первом выборном директоре Электротехнического института рассказала дочь ученого Е. А. Попова-Кильдская — ученый хранитель Музея А. С. Попова при Ленинградском электротехническом институте.

\* 16 января 1956 г. состоялось заседание Института истории естествознания и техники АН СССР совместно с научно-технической секцией Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное 150-летию со дня смерти французского ученого и инженера Никола Леблана. Вступительное слово произнес президент научно-технической секции ВОКСа академик И. И. Артоболевский. Доклад «Вклад Н. Леблана в развитие науки и техники» прочел проф. П. М. Лукьянов.

17 января 1956 г. состоялось торжественное заседание Ученого совета Ин-

ститута истории естествознания и техники АН СССР совместно с Ученым советом Института философии АН СССР, посвященное 250-летию со дня рождения американского ученого и прогрессивного общественного деятеля Вениамина Франклина. С докладом «Б. Франклин — выдающийся прогрессивный мыслитель» выступил проф. М. П. Баскин. Научной деятельности В. Франклина был посвящен доклад канд. философск. наук И. В. Кузнецова.

24 февраля 1956 г. состоялось заседание Ученого совета Института истории естествознания и техники АН СССР, отмечавшее юбилей (100-летие со дня смерти) великого русского ученого-математика Н. И. Лобачевского. После вступительного слова директора Института И. В. Кузнецова были заслушаны доклады проф. Э. Я. Колмана «Жизнь и творчество Н. И. Лобачевского» и Г. Ф. Рыбкина «Новые материалы к биографии Н. И. Лобачевского».

8 апреля 1956 г. состоялось совместное заседание Института истории естествознания и техники АН СССР, Института транспортных проблем АН СССР, Московского ордена Ленина и ордена Трудового Красного Знамени Института инженеров железнодорожного транспорта им. Сталина и Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное 175-летию со дня рождения английского механика и изобретателя Джорджа Стефенсона. Вступительное слово произнес президент научно-технической секции ВОКСа академик И. И. Артоболевский. Биографию Дж. Стефенсона осветил в своем сообщении проф. В. С. Виргинский. Научной и изобретательской деятельности Стефенсона был посвящен доклад чл.-корр. АН СССР И. И. Николаева.

19 апреля 1956 г. (в этот день 50 лет назад погиб французский ученый-физик Пьер Кюри) на Ученом совете Института истории естествознания и техники АН СССР был заслушан доклад научн. сотрудника Института О. А. Старосельской-Никитиной «Жизнь и научная деятельность Пьера Кюри».

14 июня 1956 г. состоялось торжественное заседание Института истории естествознания и техники АН СССР, посвященное 40-летию изобретения угольного противогаза И. Д. Зелинского. Вступительное слово произнес проф. Б. М. Беркенгейм. С докладом «История изобретения и внедрения угольного противогаза И. Д. Зелинского» выступил проф. И. А. Фигуринский. Об основных путях развития советского противогаза доложил генерал-майор И. П. Королев.

М. Э.

## ЗАЩИТА ДИССЕРТАЦИЙ

(Институт истории естествознания и техники АН СССР)

\* 13 марта 1956 г. состоялась защита диссертации аспирантом Института М. В. Васильевым на соискание ученоей степени кандидата физико-математических наук на тему «К истории электродинамики движущихся тел (от Максвелла до Эйнштейна)». В диссертации, на основании изучения трудов Максвелла, Герца, Лоренца, Кони, Лармора, Пуанкаре, Эйнштейна и других физиков, освещается классический нерелятивистский период развития электродинамики движущихся тел.

\* 27 марта 1956 г. состоялась защита диссертации младшим научным сотрудником Института В. И. Аитровой на соискание ученоей степени кандидата физико-математических наук на тему «Развитие теории потенциала и теории теплопроводности». Работа посвящена истории развития теории потенциала и теории теплопроводности до 40-х годов XIX в.; особое внимание в работе уделено вопросам появления новых механических устройств в XIV—XV вв., явившихся технической основой для установления мануфактурной, а затем и машинной техники.

На том же заседании состоялась защита диссертации старшим преподавателем Киевского университета В. А. Добровольским на соискание ученоей степени кандидата физико-математических наук на тему «Развитие математики в Киевском университете от его основания до 1917 г.». Исследование В. А. Добровольского является первым опытом изучения истории развития математики в Киевском университете в дооктябрьский период.

\* 24 апреля 1956 г. состоялась защита диссертации аспирантом Института М. Г. Файерштейном на соискание ученоей степени кандидата химических наук на тему «История развития учения о молекуле в химии до 1860 года». Диссертант рассматривает исторический процесс формирования

ния научного понятия молекулы и дает весьма полное критическое освещение истории учения о молекуле до 1860 г.

На том же заседании состоялась защита диссертации аспирантом МГУ А. Г. Иванковым на соискание ученоей степени кандидата физико-математических наук на тему «Развитие учения об автоколебаниях в Московском университете». На фоне общего хода развития науки диссертант дал подробный историко-логический анализ работ физиков Московского университета — Папалекси (за 1925—1940) по цепочным колебаниям.

\* 17 мая 1956 г. состоялась защита диссертации аспирантом Института А. А. Дороговым на соискание ученоей степени кандидата технических наук на тему «Развитие механизмов в России». Главное внимание в работе уделено вопросам появления новых механических устройств в XIV—XV вв., явившихся технической основой для установления мануфактурной, а затем и машинной техники.

На том же заседании состоялась защита диссертации инженером И. И. Евстифеевым на соискание ученоей степени кандидата технических наук на тему «К вопросу истории развития аэросанного транспорта в СССР». Диссертант поставил перед собой задачу на основе имеющегося в нашей стране опыта по постройке, испытанию и эксплуатации аэросаней, путем историко-технического исследования практики аэросанестроения установить наиболее рациональные технические решения в этой отрасли техники, выявить эксплуатационно-технические возможности аэросанного транспорта и наметить дальнейшее развитие конструкций этого вида транспорта.

М. Э.

## 75-ЛЕТИЕ ПРОФЕССОРА БОРИСА ЕВГЕНЬЕВИЧА РАЙКОВА

В 1955 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 50 лет научной и педагогической деятельности профессора Бориса Евгеньевича Райкова, выдающегося педагога-методиста и одного из крупнейших советских специалистов в области истории отечественной биологии.

Борис Евгеньевич родился 8(21) сентября 1880 г. в Москве в семье врача. В Петербурге окончил классическую гимназию и естественное отделение Петербургского университета, где слушал лекции таких известных ученых, как В. Т. Шевяков, В. М. Шимкевич, А. С. Догель, И. А. Меншуткин, А. А. Иностранцев и др. Будучи студентом Б. Е. Райков принимал активное участие в революционном движении и был в числе организаторов подпольных студенческих кружков, за что подвергался репрессиям со стороны царского

правительства, был исключен из университета без права поступления, дважды арестован и на два года сослан в Северный край. Ввиду этого Б. Е. Райков окончил Университет экстерном только в 1905 г.

Педагогическая деятельность Б. Е. Райкова началась с преподавания в частной средней школе, так как доступ в казенные учебные заведения в то время был для него закрыт. За сравнительно короткий период (1905—1915 гг.) он выработал стойкую прогрессивную систему преподавания, основанную на необычных для того времени лабораторно-практических занятиях и экскурсиях «в природу».

В 1912 г. Райков совместно с проф. В. А. Вагнером основал научно-педагогический журнал «Естествознание в школе», первоначально выходивший в виде отдельных сборников, а с 1918 г. преобразован



Борис Евгеньевич Райков

ный в периодическое издание. В 1925 г. совместно с К. П. Ягодовским и С. А. Павловичем он организовал издание журнала «Живая природа», посвященного вопросам методики преподавания естествознания. Журнал выходил два раза в месяц и издавался до 1930 г.

Выдающаяся деятельность Б. Е. Райкова как педагога-методиста принесла ему известность, и он был приглашен в высшую школу, а в 1913 г. избран доцентом естественного факультета Психоневрологического института; позднее он был назначен проректором, а в 1918 г. получил ученое звание профессора.

В 1921 г. Б. Е. Райков перешел на работу в Педагогический институт им. Герцена, где организовал кафедру методики естествознания и объединил вокруг нее энергичных и талантливых преподавателей.

В 1919 г. Борис Евгеньевич создал в Ленинграде Центральную биологическую станцию с летним отделением в бывшем Детском селе (г. Пушкин), работой которой руководил в течение 10 лет. Задача биологической станции состояла в повышении квалификации учителей естествознания. В числе преподавателей станции были такие виднейшие ученые, как проф. М. И. Римский-Корсаков (зоолог), академики В. Л. Комаров (ботаник), А. Е. Ферсман (геолог) и др.

Биологическая станция пользовалась большой популярностью не только среди ленинградских, но и иностранных учителей.

В годы Великой Отечественной войны Б. Е. Райков заведовал кафедрой зоологии Архангельского педагогического института, организовал при нем естественно-географический факультет, деканом которого и был утвержден. В это же время он принимал деятельное участие в становлении Северного отделения Всесоюзного географического общества и был избран его председателем. Возвратившись в 1945 г. в Ленинград, Б. Е. Райков до 1948 г. продолжал работать в Педагогическом институте им. А. Н. Герцена.

Научная и педагогическая деятельность Райкова получила высокую оценку. В марте 1945 г. ему была присвоена учченая степень доктора педагогических наук, а 8 сентября того же года Академия педагогических наук, по представлению группы ученых Ленинграда, избрала его своим действительным членом.

С 11 сентября 1945 г. начинается новый период творческой деятельности Б. Е. Райкова. Он был утвержден в должности старшего научного сотрудника Института истории естествознания АН ССР, преобразованного в 1953 г. в Институт истории естествознания и техники АН ССР.

Еще за период с 1916 по 1925 гг. Борис Евгеньевич опубликовал серию обширных статей по истории натуралистического просвещения в XVIII и первой половине XIX вв., а в 1937 г.—«Очерки по истории гелиоцентрического мировоззрения в России».

Возобновив свои работы по истории естествознания, Б. Е. Райков приступил к написанию истории эволюционной идеи в России. Собранные и обработанные им материалы, основанные преимущественно на архивных источниках, составили три тома, изданные под названием «Русские биологи-еволюционисты до Дарвина». В настоящее время Б. Е. Райков работает над окончанием четвертого тома этой монографии.

Б. Е. Райков перевел на русский язык и снабдил примечаниями обширную автобиографию Бэра, а также его труд «История развития животных», к которому Борис Евгеньевич написана вводная статья и составлена полная библиография сочинений Бэра.

В своей последней работе «Академик Василий Зуев, его жизнь и труды» (1955) Б. Е. Райков по-новому осветил научную и педагогическую деятельность этого не заслуженно забытого русского ученого XVIII в.

17 ноября 1955 г. в конференц-зале АН ССР в Ленинграде состоялось многочленное заседание, посвященное 75-летию Бориса Евгеньевича Райкова.

С докладом о его научной и педагогической деятельности выступил проф. Н. А. Фигуровский. Юбиляра поздравили пред-

ставители многочисленных научных учреждений Ленинграда. На имя Бориса Евгеньевича было прислано много приветственных писем и свыше 150 телеграмм, в том числе от Латвийской АН, от Института биологии Карело-финского филиала АН ССР, от Ленинградского, Киевского и Томского университетов, от педагогических коллективов Ленинградского, Саратовского, Ростовского, Сталинградского, Архангельского и других педагогических институтов и ряда научных учреждений. Из телеграмм отдельных лиц интересно отметить телеграмму от Валерия Каверзина — пра-

правнука «открытого» юбилея биолога XVIII в.—Афанасия Каверзина.

Проработав полвека на поприще науки, Б. Е. Райков сохранил свежесть мысли и чувства, научный энтузиазм и неиссякаемую творческую активность. Его труды по истории отечественного естествознания ярко показывают что наша обширная родина никогда не оскудевала талантами, и что в прошлом нашей отечественной науки скрыто не мало такого, чем мы можем по справедливости гордиться.

Борис Евгеньевич Райков пользуется заслуженной известностью и любовью.

## ПЕЧАТНЫЕ РАБОТЫ Б. Е. РАЙКОВА ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ

Общее количество печатных научных работ Б. Е. Райкова — 248, не считая рецензий и мелких заметок. В настоящем списке приведены работы автора по истории естествознания с 1916 г.

1. Естествознание в умственном обиходе и школьном просвещении древней Руси. Исследование. «Журнал министерства народного просвещения», 1916, № 11.
2. Влияние Александра Гумбольдта на преподавание естествознания. «Естествознание в школе», 1920, № 1—2.
3. Естественно-историческое образование в XVIII веке. «Просвещение», № 2, Пг., 1922.
4. Естественно-историческое образование в России во второй половине XIX в. Метод Любена и судьба его в русской школе. «Естествознание в школе», 1923, № 1.
5. Естественно-историческое образование в России в начале XIX века. «Естествознание в школе», 1924, № 4.
6. Естественно-историческое образование в России в середине XIX века. «Естествознание в школе», 1925, № 4.
7. Эволюционное учение в школьном преподавании. Исторический обзор попыток ввести эволюционное учение в русскую школу. «Естествознание в школе», 1927, № 4.
8. Очерки по истории гелиоцентрического мировоззрения в России. Из прошлого русского естествознания. Под ред. академика С. И. Вавилова. М.—Л., Изд-во АН ССР, 1934, 264 стр.
9. Михаил Таушер, член Московского общества испытателей природы. Из истории эволюционизма в России. «Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы», 1945, т. 50, № 5—6.
10. Предшественники Дарвина в России. Из истории эволюционной идеи в России XVIII и начала XIX века. Изд-во АН ССР, 1946, 175 стр.
11. Эволюционная идея в трудах русских академиков XVIII и первой половины XIX века. «Вестник АН ССР», 1946, № 3.
12. О русском биологическом направлении. Сб. «Биология в школе», 1946, № 2.
13. Андрей Терлев, педагог-натуралист начала XIX века. «Естествознание в школе», 1946, № 2.
14. Педагогические взгляды академика В. Л. Комарова. «Естествознание в школе», 1946, № 3.
15. Афанасий Каверзин, неизвестный биолог-еволюционист XVIII века в России. «Бюллетень Московского общества испытателей природы», 1946, т. 51, биологич. отдел.
16. Ушинский и естествознание. «Естествознание в школе», 1947, № 1.
17. Г. Н. Боч, его жизнь и педагогическая деятельность. «Естествознание в школе», 1947, № 2.
18. Жизнь и труды Владимира Александровича Герда. «Естествознание в школе», 1947, № 3.
19. Натуралистическое просвещение в древней Руси. «Уч. зап. Ленингр. гос. педагогич. ин-та им. А. И. Герцена», 1947, т. 46.
20. Очерки по истории эволюционной идеи в России до Дарвина. т. I, М.—Л., Изд-во АН ССР, 1947, 190 стр.
21. Последние дни К. М. Бэра. «Груды Ил-та истории естествознания», 1948, т. II, стр. 575—583.
22. Пятидесятiletie научно-педагогической деятельности проф. Л. И. Никонова. «Естествознание в школе», 1948, № 1.
23. К истории дарвинизма в школьном преподавании. «Естествознание в школе», 1948, № 2.
24. Ушинский о Дарвите и дарвинизме. «Уч. зап. Ленингр. гос. педагогич. ин-та им. Герцена», 1948, т. 71.
25. Лев Ценковский как трансформист. Об одной неизвестной работе Л. С. Ценковского. «Труды Ил-та истории естествознания», 1949, т. III, стр. 413—418.
26. Л. С. Ценковский — основатель микробиологии в России. «Микробиология», 1949, т. XVIII, вып. 6, стр. 562—570.

27. Петербургский период жизни К. М. Бэра. В кн. К. М. Бэра «Автобиография», Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 451—461.
28. Комментарии к автобиографии К. М. Бэра. В кн. К. М. Бэра «Автобиография», стр. 462—530.
29. Библиографический список сочинений о К. М. Бэре, появившихся на русском языке. В кн. К. М. Бэра «Автобиография», стр. 531—534.
30. О жизни и научной деятельности К. М. Бэра. В кн. К. М. Бэра «История развития животных», т. I, Изд-во АН СССР, 1950, стр. 283—438.
31. Комментарии к сочинению К. М. Бэра «История развития животных». Т. I, стр. 419—458.
32. Библиографический список трудов К. М. Бэра по эмбриологии. В кн. К. М. Бэра «История развития животных», т. I, стр. 459—462.
33. Русские биологи-еволюционисты до Дарвина. Материалы к истории эволюционной идеи в России. Т. II, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, 587 стр.
34. Предшественники Дарвина в России. Из истории русского естествознания. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1951, 198 стр.
35. А. А. Каверзин. О перерождении животных. Публикация, вступительная статья и примечания. «Научное наследство», т. II, М., 1951, стр. 500—526.
36. Русские биологи-еволюционисты до Дарвина. Материалы к истории эволюционной идеи в России. Т. I, М.—Л., Изд-во АН СССР, 1952, 471 стр.
37. Об одной неизвестной работе Л. С. Цепковского. «Микробиология», 1952, т. XXI, вып. 3, стр. 300—366.
38. В. И. Шманкевич и его работы о влиянии среды на организм. «Труды Ин-та истории естествознания», 1953, т. V, стр. 245—272.
39. Из истории зоологии в Ленинградском государственном университете. «Вестник ЛГУ», 1953, № 4, стр. 73—86 (с портретами).
40. К истории появления в печати основного труда К. М. Бэра о развитии животных. В кн. К. М. Бэра «История развития животных», т. II, 1953, стр. 434—448.
41. Библиография печатных трудов К. М. Бэра. В кн. К. М. Бэра «История развития животных», т. II, стр. 532—619.
42. А. А. Кейзерлинг, русский биолог-еволюционист. Из истории русской науки. «Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы», 1954, т. XXIX, биологич. отдел.
43. Русские биологи-еволюционисты до Дарвина. Т. III. Посвящен жизни и трудам К. Ф. Рульо. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1955, 644 стр.
44. Академик Василий Зуев (1752—1794). «Труды Ин-та истории естествознания», 1955, т. IV, стр. 243—289.
45. Дело Владимира Гуттейта. «Труды Ин-та истории естествознания», 1955, т. IV, стр. 385—389.
46. Академик Василий Зуев, его жизнь и труды. К двухсотлетию со дня его рождения. Монография. Изд-во АН СССР, 1955, 350 стр.
47. К. А. Тимирязев в Петербургском университете. «Вопросы истории естествознания и техники», вып. I, 1956, стр. 232—234.
48. Валериан Викторович Половцов, его жизнь и труды. К сорокалетию со дня смерти. Монография. Изд-во АН СССР, 1956, 330 стр.
- К. Р.

### ПЕРВАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ СОВЕТСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ОБЪЕДИНЕНИЯ ИСТОРИКОВ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

21 июня в Москве, в большом зале Политехнического музея, открылась первая конференция Советского Национального объединения историков естествознания и техники. Это объединение с 1956 г. входит в Международный союз по истории науки<sup>1</sup> и поддерживает постоянные творческие связи с работающими в этой области зарубежными учеными.

В состав Советского национального объединения в настоящее время входят

<sup>1</sup> См. статью Л. В. Каминар, И. А. Полякова «Международные объединения по истории науки», опубликованную в «Вопросах истории естествознания и техники», вып. 2, изд. АН СССР, 1956 стр. 326—334 и статью В. П. Зубова «Проблемы истории естествознания на VII Международном конгрессе по истории науки», опубликованную там же, стр. 294—296.

свыше 500 ученых, в том числе 11 академиков, 27 членов-корреспондентов, 150 докторов наук, 160 кандидатов наук. Среди членов объединения 350 человек имеют опубликованные труды по истории науки и техники. В работах конференции участвовали многочисленные советские ученые из Москвы, Ленинграда, Киева, Минска, Свердловска, Еревана, Тарту, Чкалова, Тамбова, Ярославля и других городов Советского Союза. Среди них такие крупные советские ученые, как И. И. Артоболевский, А. Д. Александров, К. М. Быков, М. Ф. Субботин, Д. И. Щербаков и др.

На первом заседании участники конференции заслушали и обсудили доклад проф. Н. А. Фигуровского «О Советском национальном объединении и перспективном плане научных исследований». Докладчик подробно остановился на целях

и задачах Советского национального объединения историков естествознания и техники, ознакомил участников конференции с планом научных исследований на ближайшие 10—15 лет.

В заключение своего доклада проф. Н. А. Фигуровский сказал, что настоящая конференция преследует три цели: 1) объединение общих усилий ученых нашей страны в области исследований по истории науки и техники и создания научно-популярных трудов по истории отечественной науки

и по истории мировой науки; 2) совместное обсуждение важнейших направлений научно-исследовательской деятельности по истории науки и техники; 3) развитие международных связей. Затем участники конференции обсудили доклады профессоров П. С. Кудрявцева и А. А. Зворыкина о преподавании истории науки и техники в высших учебных заведениях.

Далее на конференции были избраны Комитет Советского национального объединения.

### Состав Комитета Советского национального объединения историков естествознания и техники

1. Фигуровский Н. А. Профессор, доктор химических наук, председатель Комитета (Москва)
2. Коштоянц Х. С. Член-корреспондент АН СССР, зам. председателя Комитета (Москва)
3. Сорокин Ю. Н. Кандидат технических наук, зам. председателя Комитета (Москва)
4. Григорьян А. Т. Кандидат физико-математических наук, научный секретарь Комитета (Москва)
5. Александров А. Д. Член-корреспондент АН СССР (Ленинград)
6. Алиев М. М. Академик АН Азербайджанской ССР (Баку)
7. Амбарцумян В. А. Академик (Ереван)
8. Арбузов А. Е. Академик (Казань)
9. Артоболевский И. И. Академик (Москва)
10. Баранов П. А. Член-корреспондент АН СССР (Ленинград)
11. Белькинд Л. Д. Профессор, доктор технических наук (Москва)
12. Благонравов А. А. Академик (Москва)
13. Бляхер Л. Я. Профессор, доктор биологических наук (Москва)
14. Быков К. М. Академик (Ленинград)
15. Безбородов М. А. Академик АН Белорусской ССР (Минск)
16. Богачев И. Н. Доктор технических наук (Свердловск)
17. Васильев И. Г. Кандидат технических наук (Москва)
18. Виргинский В. С. Профессор, доктор исторических наук (Москва)
19. Вольфович С. И. Академик (Москва)
20. Гнеденко Б. В. Академик АН УССР (Киев)
21. Голубцова В. А. Профессор, доктор технических наук (Москва)
22. Горшков Г. П. Доктор геолого-минералогических наук (Москва)
23. Данилевский В. В. Профессор, доктор технических наук (Ленинград)
24. Зворыкин А. А. Профессор, доктор экономических наук (Москва)
25. Звягинцев О. Е. Профессор, доктор химических наук (Москва)

26. Зубов И. Н. Профессор, доктор географических наук (Москва)
27. Зубов В. П. Доктор искусствоведческих наук (Москва)
28. Иваненко Д. Д. Профессор, доктор физико-математических наук (Москва)
29. Иоффе А. Ф. Академик (Ленинград)
30. Кацустинский А. Ф. Член-корреспондент АН СССР (Москва)
31. Козлов С. Г. Профессор, доктор технических наук (Москва)
32. Кольман Э. Я. Профессор, доктор философских наук (Москва)
33. Конфедератов И. Я. Профессор, доктор технических наук (Москва)
34. Кочина П. Я. Член-корреспондент АН СССР (Москва)
35. Кудрявцев П. С. Профессор, доктор физико-математических наук (Тамбов)
36. Кузнецов Б. Г. Профессор, доктор экономических наук (Москва)
37. Куликовский П. Г. Кандидат физико-математических наук (Москва)
38. Лебедев Д. М. Профессор, доктор географических наук (Москва)
39. Лисичкин С. М. Доктор экономических наук (Москва)
40. Лукьянин П. М. Профессор, доктор технических наук (Москва)
41. Мусабеков Ю. С. Профессор, доктор химических наук (Ярославль)
42. Нестерук Ф. Я. Доктор технических наук (Москва)
43. Новиков П. А. Профессор, доктор биологических наук (Москва)
44. Орлов Б. П. Профессор, доктор географических наук (Москва)
45. Перфильев П. П. Профессор, доктор биологических наук (Ленинград)
46. Петров Б. Д. Профессор, доктор медицинских наук (Москва)
47. Петросян Г. Б. Доктор физико-математических наук (Ереван)
48. Погодин С. А. Профессор, доктор химических наук (Москва)
49. Поздняков И. И. Директор Политехнического музея (Москва)
50. Райков Б. Е. Профессор, доктор биологических наук (Ленинград)
51. Садовский В. Д. Доктор технических наук (Свердловск)
52. Самарин А. М. Член-корреспондент АН СССР (Москва)
53. Смирнов В. И. Академик (Ленинград)
54. Соболь С. Л. Профессор, доктор биологических наук (Москва)
55. Соловьев Ю. И. Кандидат химических наук (Москва)
56. Сотин Б. С. Кандидат исторических наук (Москва)
57. Субботин М. Ф. Член-корреспондент АН СССР (Ленинград)

58. Тихомиров В. В. Доктор геолого-минералогических наук (Москва)
59. Ураносов А. А. Кандидат исторических наук (Москва)
60. Федосеев И. А. Научный сотрудник ИИЭТ (Москва)
61. Хренов К. К. Академик АН УССР (Киев)
62. Шатский И. С. Академик (Москва)
63. Шведе Е. Е. Профессор, доктор военно-морских наук (Ленинград)
64. Швец И. Т. Академик АН УССР (Киев)
65. Шухардин С. В. Кандидат технических наук (Москва)
66. Щербаков Д. И. Академик (Москва)
67. Юшкевич А. П. Профессор, доктор физико-математических наук (Москва)
68. Яновская С. А. Профессор, доктор физико-математических наук (Москва)

Бюро Комитета утверждено в следующем составе:

1. Артоболевский И. И.
2. Голубцова В. А.
3. Григорьян А. Т.
4. Зворыкин А. А.
5. Зубов В. П.
6. Коштоянц Х. С.
7. Перфильев П. П.
8. Сорокин Ю. Н.
9. Фигуровский Н. А.

Конференция утвердила следующие секции:

- 1) истории физико-математических наук (руководитель — чл.-корр. АН СССР М. Ф. Субботин),
- 2) истории химических наук (руководитель — чл.-корр. АН СССР А. Ф. Кацустинский),
- 3) истории геолого-географических наук (руководитель — проф. Г. П. Горшков),
- 4) истории биологических наук (руководитель — чл.-корр. АН СССР Х. С. Коштоянц),
- 5) истории горного дела и металлургии (руководитель — проф. А. А. Зворыкин),
- 6) истории машиностроения (руководитель — акад. И. И. Артоболевский),
- 7) истории энергетики и связи (руководитель — проф. Л. Д. Белькинд),
- 8) истории строительной техники (руководитель — канд. техн. наук И. Г. Васильев),
- 9) истории транспорта (руководитель — проф. В. С. Виргинский).

Конференция утвердила также положение о Советском национальном объединении историков естествознания и техники.

В конце своей работы участники конференции заслушали интересную лекцию доктора физико-математических наук проф. И. С. Шапиро на тему «Современное состояние учения об элементарных частицах».

Ученый секретарь Советского национального объединения историков естествознания и техники

А. Т. Григорьян

## ОРГАНИЗАЦИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЫ ПО ИСТОРИИ НАУКИ И ТЕХНИКИ В ПОЛЬСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК<sup>1</sup>

Научным центром, координирующим и направляющим работу по истории науки и техники в Польской Народной Республике, является Польская Академия наук.

В мае 1952 г. при Отделении общественных наук Польской Академии наук был образован Комитет истории науки, перед которым была поставлена задача организации широких исследований по истории общественных наук и самых различных отраслей естествознания и техники и в первую очередь по истории развития научной и технической мысли в самой Польше. Выполнение столь большой и сложной задачи потребовало привлечения к работе Комитета представителей всех научных отделений Польской Академии наук, вследствие чего уже в январе 1953 г. он был преобразован в самостоятельную организацию при Президиуме Академии.

В настоящее время Комитет состоит из 39 человек, среди которых профессора А. Биркенмаер и Б. Хрыневецкий являются членами Международной Академии истории науки. Работу Комитета возглавляет Президиум в составе семи человек. В него входят профессора Б. Суходольский (председатель), Буковский, Б. Скаржинский и Б. Ольшевич (заместители председателя), Ст. Жулковский, Е. Ольшевский и Ст. Сеницкий (члены). Секретарь Президиума — магистр Софья Скубала.

Комитет имеет четыре основные секции: 1) Секция истории общественных наук (председатель Б. Суходольский). 2) Секция истории биологических и медицинских наук (председатель Б. Скаржинский) с коллективами по разработке истории зоологии, ботаники, агробиологии, медицины. 3) Секция математических, физико-химических и геолого-географических наук (председатель Б. Ольшевич) с коллективами по разработке истории физики, астрономии, химии, геолого-географических наук. 4) Секция по истории техники и технических наук (председатель Е. Ольшевский) с коллективами по разработке истории горного дела и металлургии, кинотехники, транспорта и механизации, морской техники; нефтяной техники. Кроме того, Комитет осуществляет самое непосредственное руководство находящимися в системе Польской Академии наук Институтом истории науки.

Деятельность Комитета истории науки носит разнообразный характер, однако главные его усилия направлены на координацию всех мероприятий, осуществляемых в области изучения истории науки. Поэтому, паряду с проведением научно-исследовательских работ собственными силами и силами Института истории науки, Ко-

митет проявляет инициативу в постановке и организации разного рода исторических исследований в отделениях Академии наук, в высших учебных заведениях, в библиотеках и архивах.

Наибольшие масштабы приобрели к настоящему времени работы в области математических и физико-химических наук. Готовится к изданию ряд трудов по истории математики, физики и химии, например, коллективный труд «Вклад польских ученых в исследования низких температур». Среди уже изданных работ можно назвать книги доцента А. Теско «Мариан Смолуховский, его жизнь и творчество» и М. Хамцуви и Ст. Тынца «Корреспонденция Яна Снидецкого, письма из Кракова». К открытию сессии, посвященной 20-летию со дня смерти выдающегося ученого Марии Склодовской-Кюри, были изданы «Труды Марии Склодовской-Кюри» под редакцией профессоров А. Дорабильской, И. Золотовского и Я. Гурвица. В 1956 г. коллектив, занимающийся разработкой истории физики, наметил издание избранных трудов польских физиков, внесших вклад в мировую науку в области радиоактивности, ядерной и молекулярной физики, а также создание работы, освещающей вклад польских ученых в области исследования низких температур.

Историки химии приступают сейчас к изучению истории фармацевтической химии эпохи Возрождения, истории биохимии и химической технологии.

Коллектив историков астрономии приступил к рассчитанной на пятилетие подготовительной работе по сбору и обработке материалов, относящихся к развитию астрономии в Польше. Ближайшие намерения коллектива — издать иллюстрированный альбом, включающий собранный материал и написать историю создания и деятельности отдельных польских обсерваторий.

Изучение истории геолого-географических наук пока ограничивается преимущественно работами по истории географии и картографии периода Возрождения. Краткий обзор этого материала уже опубликован проф. Б. Ольшевичем. Параллельно ведутся работы по составлению биографий польских географов XIX и XX вв. и созданию научно-популярных очерков, посвященных польским путешественникам. Будут начаты также работы по истории геологии и геофизики. Из истории геодезии готовятся к переизданию относящиеся к XVI в. труды Ст. Гжепского «Геометрия, или Землемерная наука...».

Секция истории техники и технических наук сосредоточила свое внимание в основном на изучении истории горного

дела, металлургии, кинотехники, механизации и транспорта. Начата работа по истории горного дела и металлургии в Старопольском промышленном округе. Изучается развитие горного дела и металлургии в Татрах. В области истории металлургии к настоящему времени опубликовано два труда — проф. Казимира Гордзиевского «Очерк истории польского литьевого дела» и проф. М. Радвана «Доменные печи в Старопольском бассейне в середине XIX века». Секция истории техники и технических наук стремится поддерживать постоянную связь с научной технической общественностью Польши и с этой целью проводит ежемесечные научные заседания, посвященные обсуждению тех или иных разработанных проблем, с участием многочисленных представителей промышленных и научно-технических учреждений.

Секция истории биологических и медицинских наук образовалась в 1955 г. В ближайшие годы Секция предполагает заняться подготовкой специальной библиографии, составлением биографического словаря польских биологов и ряда биографических очерков, а также описанием истории возникновения и деятельности кафедр зоологии и сельского хозяйства в Польше.

Наконец, деятельность секции истории общественных наук Комитета почти целиком сводится к координации исследовательских работ в области философии, экономики, права, языковедения, педагогики и филологии, проводимых научными институтами Академии.

В этой области опубликовано большое количество научных исследований, особенно в области истории права, педагогики и экономики. Особое внимание обращено на исследования просвещения в эпоху Возрождения.

### ПЕРВАЯ ВСЕКИТАЙСКАЯ СЕССИЯ ПО ВОПРОСАМ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

С 9 по 12 июля 1956 г. в Пекине проходила первая научная сессия по истории естественных наук в Китае, созданная Китайской Академией наук для дальнейшего развития исследовательской работы в области истории отечественной науки и техники. В работе сессии приняло участие 120 научных работников Китая, большинство которых занимается изучением истории агрономии, биологии, медицины, фармакологии, математики, астрономии, археологии и др.

На сессии был заслушан доклад Вице-президента Академии наук Китайской Народной Республики Чжу Ко-чжэня «Изучение наследия древнего и средневекового Китая в области науки». Докладчик подчеркнул творческий характер науки и отметил существование тесной связи между открытиями и изобретениями, сделанными в древности, и результатами исследователь-

Кроме перечисленных секций и коллектива, при Комитете периодически создаются юбилейные Комиссии, которые занимаются вопросами подготовки и организации сессий, посвященных выдающимся деятелям науки. При участии таких Комиссий были проведены сессии, посвященные 400-летию со дня смерти Г. Агриколы, 410-й годовщине со дня смерти И. Концепника и 20-й годовщине со дня смерти Марии Склодовской-Кюри. Некоторые из этих Комиссий продолжают свою деятельность и в настоящее время. Так, например, Комиссия по проведению юбилея Концепника, организованная в 1953 г., занимается сейчас детальным изучением научного наследия И. Концепника и подготовкой нового издания полного собрания его трудов. Необходимо отметить, что при Комитете существует специальная комиссия по охране старинных технических сооружений. В ее задачи входит выявление и инвентаризация сохранившихся в стране старинных технических объектов, их охрана и реконструкция. Представляющие исторический интерес старинные машины и приборы будут коллекционироваться в Музее промышленности и техники.

Комитет истории науки имеет свое периодическое издание «Исследования и материалы истории польской науки», три тома которого уже вышли из печати. В 1956 г. «Исследования» были преобразованы в ежеквартальный журнал «Трехмесячник истории науки и техники». Говоря о публикациях Комитета, следует отметить, что недавно вышло из печати еще два издания. Одно из них отражает работу сессии Польской академии наук, посвященной Концепнику, другое содержит обзор достижений польской науки за период десятилетия существования народной Польши (1944—1954).

ской работы современных ученых. Чжу Ко-чжэнь указал, что критическое изучение культурного и научного наследия древнего и средневекового Китая — серьезная научно-исследовательская задача, выполнение которой поможет определить место китайской науки в истории мировой культуры.

На сессии было заслушано 23 доклада, посвященных различным проблемам истории естественных наук в Китае. Доклады заслушивались и обсуждались на трех секциях: истории агрономии и биологии, истории медицины, истории математики и астрономии. На общем заседании сессии были заслушаны два доклада: Ван Цзи-миня «Распространение китайской медицины и фармакологии в другие страны» и Вань Го-дина «Описание агротехники «Циминь Яошу» и его место в истории развития агротехники в Китае».

<sup>1</sup> По материалам, полученным из Президиума Польской Академии наук.

Секция истории агрономии и биологии заслушала восемь докладов, в том числе, четыре по истории агрономии, два по истории зоологии, один по истории ботаники и один по истории бактериологии.

На секции истории китайской медицины были прочитаны девять докладов, из которых четыре посвящены успехам традиционной китайской медицины, два — истории эпидемиологии. Остальные доклады посвящены организации здравоохранения и некоторым другим вопросам.

Из четырех докладов, сделанных на секции истории математики и астрономии, два — посвящены летоисчислению в древнем Китае, в третьем — дана характеристика применявшихся в древнем Китае приборов для измерения времени, в четвертом — приведены сведения о наблюдениях за небесными телами в древнем и средневековом Китае. Доклады вызвали оживленную дискуссию.

В докладе профессора Северо-Западной сельскохозяйственной академии Ши Шэн-хая «Первые итоги изучения трудов Фань Шэна» освещается содержание работ ученого Ханьской эпохи (206 г. до. н. э.—220 г. н. э.) Фань Шэна, посвященных практике ведения сельского хозяйства в бассейне реки Хуанхэ две тысячи лет назад.

В докладе профессора Нанкинского сельскохозяйственного института Вань Година «Описание агротехники в «Цзининь Яошу» и его место в истории развития агротехники в Китае», дан тщательный анализ «Цзининь Яошу». Однако, как указали участники сессии, необходимо дальнейшее исследование условий эпохи создания этого источника и особенностей описанных в нем районов для наиболее эффективного использования его в настоящее время.

В докладе Луи Бо-цзяня (Академия китайской медицины) «Труд по китайской медицине «Хуанди Иньцзин» и его место в истории мировой медицины» на конкретном материале дана оценка первому в истории Китая классическому труду по медицине.

Доклад Ли Тао (Пекинский медицинский институт) «Успехи медицины в Минскую эпоху» был посвящен важнейшим трудам в области медицины в эпоху Мин (1368—1644 гг.).

#### ДЖОРДЖ САРТОН (1884—1956)

22 марта 1956 г. скончался видный историк науки Джордж Сартон. Джордж Сартон (Альфред Леон) родился в Генте (Бельгия) 31 августа 1884 г. В начале первой мировой войны он эмигрировал в Соединенные Штаты Америки, где протекала его научная деятельность. Уже начавшую войну, в 1913 г., молодой Сартон основал периодический орган по истории науки

На заседаниях секции истории математики и астрономии дискуссия развернулась по ряду вопросов, затронутых в докладе Цзинь Бао-цзуна, посвященном летоисчислению в древнем Китае, и в докладе профессора Нанкинского университета Лю ЧАО-яня «К вопросу об истории астрономического летоисчисления в древнем и средневековом Китае».

В последние дни работы сессии обсуждался проект перспективного плана развития научно-исследовательской работы в области истории естественных наук и техники на 12 лет. В ходе обсуждения проекта участники сессии внесли многочисленные предложения, а также единодушно высказались за дальнейшее объединение Академии наук усилий всех научных работников страны, занимающихся изучением истории отечественной науки и техники. На закрытии сессии выступил президент Академии наук Китайской Народной Республики Го Мо-жо. Он подчеркнул важность изучения истории естественных наук и техники Китая, а также отметил большое значение этих исследований для успешного завершения проходящих в стране научных дискуссий по вопросам периодизации истории Китая.

Работа сессии имеет большое значение для дальнейшего развертывания в стране научно-исследовательской работы в области истории естествознания и техники, усиления сотрудничества между учеными, работающими в этой области, и привлечения новых исследователей.

Сессия определила направление и методы дальнейшей работы и указала, что изучение истории науки может сделать практический вклад в строительство социализма в Китае.

В целях дальнейшего развития исследовательской работы сессия предложила Академии наук создать Институт истории естествознания в Китае на основе существующего сектора истории науки при Втором отделении Института истории Китайской Академии наук и начать подготовку к выпуску периодического издания по вопросам истории естествознания.

«Лиши янъцю» (Изучение истории), 1956 г., № 8.

Перевод с китайского С. И. Зарецкой

«Введение» охватывает время с IX в. до н. э. по XIV в. включительно; по богатству фактических сведений и библиографических указаний оно является незаменимым справочным пособием не только в области истории науки и техники, но и в более широкой области истории культуры.

Исходя из представления о научном прогрессе как неуклонном накоплении положительных знаний в результате коллективного труда всего человечества, Сартон стремился в своих исследованиях по возможности полнее отразить вклад каждого народа в сокровищницу мировой науки. Того же принципа он придерживался в библиографических сводках новейшей

литературы, из года в год печатавшихся в «Изисе».

Дж. Сартон на протяжении многих лет читал курс по истории науки (первые он был прочитан в 1915 г.), энергично пропагандируя идею о необходимости введение исторического элемента в преподавание естественных наук. Член многочисленных научных обществ, он состоял с 1938 г. почетным президентом Общества по истории науки (History of science Society) в Бостоне, членом Международной академии истории науки в Париже и был деятельным участником международных конгрессов по истории науки.

«Изис» (в Бельгии), выходящий до настоящего времени, а позднее, в 1936 г., — сборник «Озирис» (в США), также продолжающий выходить до сих пор. Капитальным трудом Сартона следует признать пятитомное «Введение в историю науки», первый том которого вышел в 1927 г. и последний в 1948 г. Хорошо известное каждому, занимающемуся историей науки и техники,

## СОДЕРЖАНИЕ

## К 50-летию со дня смерти Д. И. Менделеева

И. А. Фигуровский. Триумф периодического закона Д. И. Менделеева . . . . .	3
А. В. Сторонкин, Р. Б. Добротин (Ленинград). Об основном содержании учения Д. И. Менделеева о растворах . . . . .	14
В. П. Барзаковский, Р. Б. Добротин (Ленинград). Взгляды Д. И. Менделеева на химическую природу силикатов . . . . .	24
А. В. Скворцов (Ленинград). О приемах расшифровки рукописей Д. И. Менделеева . . . . .	33

[Прэн Жолио — Кюри] (Франция). Жизнь и творчество Марии Склодовской-Кюри . . . . .	39
В. И. Антропова. О работах Фурье, Остроградского и Пуассона по теплопроводности в жидкостях . . . . .	49
Л. С. Полак. Скрытые движения в теории теплоты Гельмгольца . . . . .	62
Ю. И. Соловьев, И. П. Ушакова. К истории утверждения кислородной теории в России . . . . .	74
И. А. Фигуровский, М. Г. Цюруна. Труды Г. И. Гесса в области неорганического анализа . . . . .	82
Академик Д. И. Щербаков. Академик А. Е. Ферсман — основатель Колльской базы Академии наук СССР . . . . .	86
Я. М. Свет. Дальние плавания китайских мореходов в первой половине XV века Чэнь Чжень (К. И. Р.) Представления ученых древнего и средневекового Китая о происхождении окаменелостей . . . . .	91
Академик АН Груз. ССР. Л. Ш. Давиташвили (Тбилиси) Луи Долло . . . . .	103
С. В. Шухардин. Основные этапы развития методов разрушения горных пород . .	108
И. А. Федосеев. К истории исследования поперечной циркуляции в реках . .	121
Л. П. Комаров, Д. С. Рассказов. Исторический очерк исследований теплоемкости водяного пара . . . . .	130
Л. А. Калашников. Из истории работ по фотографической записи звука в России . . . . .	142
	158

## ДИСКУССИИ И ОБСУЖДЕНИЯ

Э. Колман. О принципах изложения истории математики . . . . .	167
---	-----

## ИЗ НЕОПУБЛИКОВАННОЙ ПЕРЕПИСКИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

Переписка Д. И. Менделеева с зарубежными учеными (Р. Б. Добротин, М. Г. Тер-Авакова при участии Т. В. Волковой — Ленинград) . . . . .	176
---	-----

Письмо Д. И. Менделеева Г. И. Сазонову (И. А. Федосеев) . . . . .	189
Письмо Д. И. Менделеева А. И. Студзинскому (П. М. Лукьянов) . . . . .	190
Письмо Д. И. Менделеева В. И. Ковалевскому (А. А. Екимов, Ленинград) . .	194

## СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

П. С. Кудрявцев (Тамбов) Разработка русскими физиками XIX века проблем максвелловской электродинамики . . . . .	197
Н. А. Бессонов, А. Е. Кастанельский (Гродно) Несколько замечаний о состоянии теории капиллярности в XVIII веке . . . . .	199
А. П. Мандрыка (Ленинград) Метод Эйлера для определения дульной скорости и его теория упругости газов . . . . .	200
В. А. Дишин Дневник путешествия мичмана Иакифора Полубоярицова в Индию в 1763—1764 гг. . . . .	204
В. А. Максимов Из переписки М. И. Веникова с В. В. Докучаевым . . . . .	205
Чл.-корр. АН СССР Х. С. Коштоянц (СССР), М. Петрань (Чехословакия) О русском переводе книги Иржи Прохазки «Физиология» . . . . .	208
Письмо И. И. Панкова А. Ф. Самойлову (И. А. Григорьян) . . . . .	212
Ж. Луазо (Франция) Токарный станок А. К. Нартова во Французском Национальном Хранилище Искусств и Ремесел . . . . .	212
В. Б. Яковлев К истории бессемерования штейнов . . . . .	216
И. Г. Васильев Уральские прокатные профили в первой половине XIX века .	217
Г. А. Менделевич, З. К. Новокашнова Новые материалы об универсальном федоровском столике . . . . .	225

## КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

В. И. Зубов В. Ронки «История света». Второе издание . . . . .	229
А. И. Юшкевич Имре Тот. «Иоган Больц (Иоанн Бойцай). Жизнь и творчество великого математика» . . . . .	230
Л. Я. Блихер А. И. Метеинин, И. А. Алов, Я. Е. Хесин «А. И. Бабухин, основоположник московской школы гистологов и бактериологов» . . . . .	231
А. И. Толмачев (Ленинград) А. И. Криптонович «История палеоботаники в СССР» . . . . .	235
И. И. Канаев (Ленинград) «Бюффон. Великие французские натуралисты», т. I .	238
И. С. Морозов (Саратов) «Очерки по истории геологических знаний», Вып. 1 и 2 . . . . .	239
И. В. Батюшкова «Очерки по истории геологических знаний», Вып. 3 и 4 .	242
В. В. Ламакин Г. И. Горшков «Александр Петрович Орлов» . . . . .	244
А. Т. Григорьян, Б. Г. Кузнецон Леонардо да Винчи. «Избранные естественно-научные произведения» . . . . .	247
А. С. Бобков Краткий обзор англо-американской литературы по истории строительной техники . . . . .	251

## ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

VIII Международный Конгресс по истории науки (И. А. Фигуровский) . .	256
Юбилейные заседания (М. Д. Эльман) . . . . .	259

Защита диссертаций (М. Д. Эльман)	261
75-летие профессора Бориса Евгеньевича Райкова (К. Рязанская)	261
Первая конференция Советского национального объединения историков естествознания и техники (А. Т. Григорьян)	264
Организация исследовательской работы по истории науки и техники в Польской Академии наук	268
Первая Всекитайская сессия по вопросам истории естественных наук	269
Джордж Сартоп (некролог)	270

## Вопросы истории естествознания и техники, в 3

Утверждено к печати Институтом истории естествознания и техники  
Академии наук СССР

Редактор издательства И. Г. Кудашева  
Технический редактор А. А. Киселева

РИСО АН СССР № 38-748. Сдано в набор 18/II/1957 г.  
Подписано в печать 6/VIII 1957 г. Формат 70×108 $\frac{1}{4}$ .  
Печ. л. 17,25=23,63 усл. л.  
Уч.-изд. л. 25,5 (25,4 + 0,1 вкл.) Тираж 2200 экз. Т-07841.  
Изд. № 2065. Тип. зал. № 1380  
Цена 18 руб.

Издательство Академии наук СССР  
Москва Б-64, Подсосенский пер., 21

2-я типография Издательства АН СССР  
Москва Г-99, Шубинский пер., 10

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

И. А. Фигуровский (главный редактор), В. А. Голубцова, А. Т. Григорьян,  
А. А. Зворыкин, В. П. Зубов, И. Я. Конфедератов,  
С. Р. Микулинский, П. П. Перфильев, Б. Е. Райков, Н. Б. Соколов,  
Ю. И. Сорокин, Б. С. Сотин, С. В. Шухардин, А. И. Юникевич.