

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ



1 9 5 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Выпуск

5

28081 П

1 9 5 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

П-81 П-19086
1957 | Ин-т истории
в. 5 | естествознания
и техники АН СССР
Тр. 15 р.

П-19086

К 100-летию со дня рождения ГЕНРИХА ГЕРЦА

Б. А. ВВЕДЕНСКИЙ

ГЕНРИХ ГЕРЦ¹

22 февраля 1957 г. минуло сто лет со дня рождения великого немецкого ученого Генриха Рудольфа Герца. Немного можно назвать в истории науки ученых, которые оставили такое грандиозное наследие, как Герц; и еще меньше таких, которые сумели создать так много за столь короткую, так рано прервавшуюся жизнь.

Величайшую свою работу — открытие электромагнитных волн — Герц закончил, когда ему еще не было полных 32 лет, а уже через пять с небольшим лет мучительная болезнь пресекла его жизнь.

У большинства людей имя Герца ассоциируется прежде всего с волнами Герца, которые мы теперь обычно называем радиоволнами (хотя, например, не только в немецкой, но и во французской литературе термин волны Герца — *Hertzsche Wellen*, *les ondes hertziennes* — и сейчас в большом ходу). Именно Герц проложил широкий путь к изобретению радио: в этом его громадная заслуга, которую подчеркнул изобретатель радио Александр Степанович Попов, составив первую в мире радиogramму из слов «Heinrich Hertz». Но как бы странно это ни показалось теперь, не только сам Герц, но и его современники меньше всего были склонны видеть его заслугу именно в этом.

Герц не изобрел радио, т. е. не осуществил технического практического применения открытых им электромагнитных волн, по той же причине, по какой, скажем, Фарадей не создал динамомашин и не основал электротехники, или Беккерель, Мари Склодовская-Кюри и Пьер Кюри или Резерфорд не создали аппаратуру для практического использования атомной энергии. Есть пределы даже для самой высокой гениальности. Принцип разделения труда справедлив и в области науки и техники, а величие научных достижений не умаляется, если практическое претворение их в конкретные технические установки, способные непосредственно служить нуждам человечества, осуществляется не теми, кто делает открытия.

* * *

Герц поставил себе иную, с научной точки зрения исключительно широкую и принципиально важную научную задачу — доказать справедливость взглядов Фарадея-Максвелла на природу электрических и магнитных

¹ Вступительная речь, произнесенная 27 февраля 1957 г. на юбилейном заседании Академии наук СССР, посвященном 100-летию со дня рождения Г. Герца (печатается по сокращенной stenogramме).

П. 13036
ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ
БИБЛИОТЕКА
А.Н. Киргизской ССР

мышлений или, более конкретно, — доказать справедливость максвелловой теории электромагнитного поля, а также замечательного по своим последствиям вывода об электромагнитной природе света.

Именно это было целью, поставленной Герцем; ей он приносил в жертву всего себя; ради достижения этой цели он оставлял в стороне все, что могло его отвлекать в сторону, как, например, открытое им явление фотоэффекта.

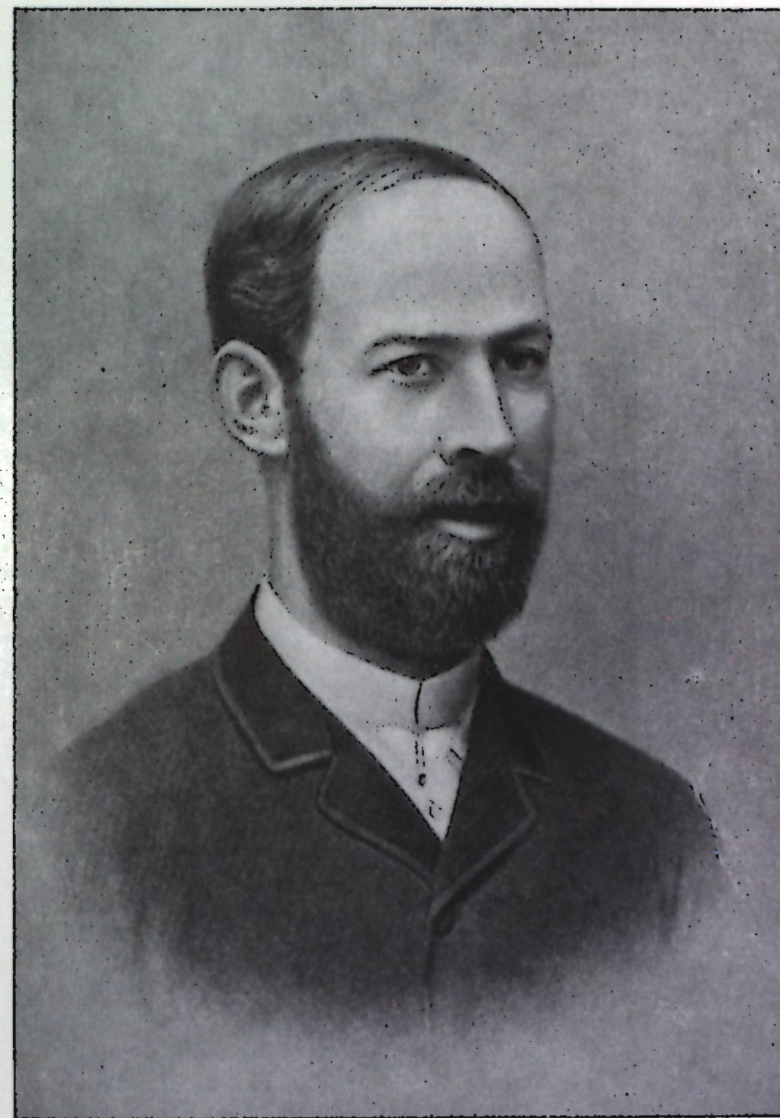
В трудах Герца запечатлена непревзойденная ясность мышления, глубина проникновения, изумительная непреклонность логики, тонкость и виртуозность экспериментатора; и в то же время сочинения Герца свидетельствуют о необычайной его скромности и достойной быть примером для всех ученых самокритичности.

Знаменитая речь, произнесенная Герцем 20 сентября 1889 г. в Гейдельберге, т. е. непосредственно после завершения им грандиозного цикла работ по «исследованию и распространению электрической силы», и поныне читается при всей ее удивительной научной глубине как художественное произведение. Уже само название речи — «О соотношении между светом и электричеством», — говорит о том, как понимал Герц свою задачу. Для ясности надо только добавить, что, обосновывая электромагнитную природу света, Герц одновременно доказывал и целый комплекс принципиальных (и принципиальных именно для материалистического мировоззрения!) вопросов о ложности концепции дального действия, о конечности скорости распространения электромагнитных процессов и о первенствующей роли среды в этих процессах.

Как известно, в то время господствовала так называемая «ньютоновская» теория электромагнетизма — теория дального действия, математически логично разработанная Ампером, Нейманом, Вебером и оправдавшая себя в ряде случаев (теперь, после работ Герца, ясно, что это были различные предельные случаи фарадеевско-максвелловской теории).

Теория дального действия разделялась тогда подавляющим большинством физиков и естествоиспытателей. Причиной тому была отчасти большая неясность изложения, присущая общим трактовкам Фарадея (в отличие от описания им экспериментов), а отчасти неудачи механистических попыток Максвелла вывести положения своей теории из механических представлений. И даже вся мощь математического аппарата Максвелла не могла в достаточной мере поколебать казавшуюся неопровержимой логику теории дального действия. Эту логику Анри Пуанкаре считал главной причиной, побуждавшей французских ученых сомневаться в правильности фарадеевско-максвелловских воззрений. Даже такой передовой ум, как Гельмгольц, непосредственный учитель и друг Герца, и тот только весьма осторожно подходил к принятию новых взглядов, хотя именно он постановкой соответствующих задач и поручением их решения Герцу в громадной мере способствовал счастливому разрешению проблемы.

Как это часто бывает, ученик мыслил более радикально, чем его учитель; ибо Герц был, и притом, по-видимому, с самого начала своих исследований, несмотря на необычайную осторожность при истолковании опытов, таким ученым, который, как он писал, «единовременно продумав (взгляды Фарадея-Максвелла — *Авт.*), становился их приверженцем и ревностно стремился проверить и основные посылы и выводы из них». Герц сравнивает теорию Максвелла с неким сводом, перекинутым над пропастью неизведанного. Один из концов этого свода опирается на утверждение Фарадея-Максвелла о возможности существования в пространстве взаимосвязанных электрических и магнитных сил («силовых линий»), не связанных непосредственно с электрическими зарядами; другой — на утверждение, что свет есть электромагнитный, а не какой-либо «упругостный» процесс.



ГЕНРИХ ГЕРЦ

«Все, что до сих пор удавалось сделать для укрепления всего сооружения, — писал Герц, — заключалось в укреплении обоих устоев (Widerlager) на концах. Свод благодаря этому мог уже держать сам себя, но пролет все же слишком велик для того, чтобы рискнуть возвести на нем что-либо. Для этого были необходимы еще добавочные опоры, которые, сами опираясь на прочный фундамент, должны укреплять свод посредине. Одной из этих опор можно уподобить доказательство возможности получить от световых явлений непосредственно электрические или магнитные действия. ... Другой опорой могло бы быть доказательство существования волн электрической или магнитной силы, могущих распространяться наподобие световых. ...» и далее: «Для гармоничного завершения всего здания необходимо построение обеих опор, но на первых порах достаточно и одной»².

Получив в лабораторных условиях электромагнитные волны, Герц построил одну из этих опор, и ее действительно оказалось достаточно.

Но какие трудности должен был преодолеть гений Герца для достижения такой победы! Сколько титанической предварительной работы, столь важной по содержанию и результатам, пришлось ему выполнить! Сам Герц считал стимулом своих исследований порученную ему в 1879 г. Гельмгольцем задачу (поставленную Берлинской Академией наук) «экспериментально доказать существование какой-либо связи между электродинамическими силами и диэлектрической поляризацией»³. Размышляя над возможностью разрешения этой задачи, Герц обращается к электрическим колебаниям, чтобы получить значительные скорости изменения диэлектрической поляризации. И вот в 1886 г. он открывает искровой способ получения таких колебаний и к ноябрю 1887 г., после многих неудачных попыток, при осуществлении которых ему приходилось бороться со ставшими даже ему привычными взглядами дальнего действия, сбивавшими его с правильного пути, он доказывает, что «изменения диэлектрических поляризаций весомых непроводников вызывают такие же электродинамические силы, как и равновеликие им токи»⁴.

Оставалось еще доказать, что электродинамические силы способны, как и силы электростатические, возбуждать поляризацию в диэлектриках и что воздушное и «пустое» пространство в этих отношениях ведут себя как всякий другой диэлектрик. Герц уже собирался приступить к разрешению первой из этих проблем и даже отлил для этой цели торонды из парафина. Однако тут он пришел к блестящему выводу, что для обоснования положения Фарадея-Максвелла достаточно доказать существование в воздухе электромагнитных волн с конечной скоростью распространения.

С конечной, но может быть и не со световой! Герц особенно подчеркивает это свое осторожное предположение ибо, пишет он, «я вовсе не хотел в этом исследовании наиболее удобным способом доказать некое предвзятое мнение подходящим истолкованием эксперимента»⁵.

И Герц производит сравнение полученных им электромагнитных волн в воздухе и в проводнике путем их взаимной интерференции. Опыт блестяще удается, так что наличие электромагнитных волн с конечной скоростью распространения в воздухе бесспорно доказывается, как доказывалось и то, что они могут отражаться от стены и образовывать стоячие волны. Но чисто побочные обстоятельства (не было учтено влияние стен

² H. Hertz. Über die Beziehung zwischen Licht und Elektrizität. Gesammelte Werke, Leipzig, 1895—1914, Bd. I, S. 339.

³ H. Hertz. Einleitende Übersicht. Gesammelte Werke, Leipzig, 1895—1914, Bd. II, S. 1.

⁴ Там же, стр. 6.

⁵ Там же, стр. 9.

в сравнительно небольшой комнате, в подсчет емкости вибратора вкрадась неточность, для обнаружения которой понадобился Пуанкаре) искажают числовые, а отчасти и качественные результаты и приводят к тому, что скорость в воздухе представляется (поначалу необъяснимым образом) большей, чем в проводнике.

Разумеется, такой человек, как Герц, не мог вполне удовлетвориться полученным, недостаточно определенным результатом. Напрягая все силы своего могучего таланта, ищет Герц решения непонятной загадки. И в результате приходит великая радость. Герц обнаруживает в спектре своего передатчика интенсивное колебание с волной около 60 см, повторяет с ней предыдущий опыт и при этом не только устраняются все недоразумения, но появляется возможность воспроизвести чисто электрическим путем основные оптические опыты: по отражению, преломлению и поляризации электромагнитных волн и по концентрации пучка вогнутым зеркалом. Это был уже полный триумф!

Вот что говорил по этому поводу Герц в цитированной выше речи: «Отправившись из области чисто электрических явлений, шаг за шагом мы достигли явлений чисто оптических. Высокий перевал преодолен; дорога спускается, вновь становится ровной. Связь между светом и электричеством, которую теория предчувствовала, подозревала, предвидела — достигнута, стала доступной чувству, понятна для здравого смысла. С наиболее высокой точки, которой мы достигли, с самого перевала, открывается далекий вид на обе области»⁶.

Современный исследователь волн Герца, т. е. радиоволн, к услугам которого и совершенные генераторы и всевозможная измерительная аппаратура, исследователь, который бывает недоволен, когда частота его генератора меняется на ничтожные доли процента, который может при помощи радиолокационных методов видеть на экране осциллографа скорость распространения радиоволн, в руках у которого генераторы, способные давать незатухающие колебания очень высоких частот, — такой исследователь лишь с громадным трудом может представить себе и прочувствовать экспериментальные трудности, которые на каждом шагу пришлось преодолевать Герцу. Впрочем, вероятно также трудно представить себе ныне и иной взгляд на природу света, чем заключенный в электромагнитной теории света, после того как опытами Герца фарадеевско-максвелловская теория из области предположений была перенесена в область достоверности. Признание результатов Герца было повсеместным. Опыты Герца повсюду были с полным успехом повторены.

В предисловии Гельмгольца к третьему тому «Полного собрания сочинений» Герца можно найти внушительный список ученых званий и наград, которыми Герц был удостоен многими научными учреждениями. Прогресс науки, вызванный опытами Герца, несомненно далеко превзошел все чаяния и предположения как самого Герца, так и, вероятно, в еще большей степени его учителя Гельмгольца. Герц сказал по поводу максвелловских уравнений, что «они дают больше, чем в свое время было в них вложено». Это изречение полностью применимо и к открытию самого Герца.

В физике электромагнитная теория света, особенно после создания электронной теории, стала праздновать одну научную победу за другой; исследователи переходили к изучению все более коротких волн (А. Риги, П. Н. Лебедев — 6 мм), пока не было экспериментально получено смыкание электромагнитных и оптических спектров в работах А. А. Глаголевой-Аркадьевой и М. А. Левицкой. Открытие П. Н. Лебедевым давления света убедило последних немногих сомневающихся.

⁶ H. Hertz. Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. . . ., S. 339.

В радиотехнике первые опыты А. С. Попова на Кройштадтском рейде производились на метровых волнах; но потом и он сам и другие исследователи (особенно Маркони), присоединяя к передатчику все более развитые антенны, стали увеличивать и длину волны, пока с открытием свойств коротких волн и развитием электроники не начался обратный процесс перехода радиотехники к волнам ультракоротким, миллиметровым и еще более коротким.

* * *

Герц был — что не так часто встречается в истории физики — одновременно выдающимся экспериментатором и теоретиком. Из его теоретических достижений наибольшее значение, несомненно, имеет теория вибратора (диполя Герца), и, в частности, применение введенной им функции, именуемой ныне в обобщенном Абрахамом виде вектор-потенциалом Герца. Эти результаты имеют крайне важное значение при решении целого ряда электродинамических задач, в частности, в теории антенных устройств и в теории распространения радиоволн.

Число работ Герца очень велико для его столь краткой научной деятельности. Можно с уверенностью сказать, что, даже если не учитывать всего цикла исследований, приведших ученого к великому открытию, остальные работы Герца сами по себе могли бы создать ему славу большого ученого. Например, Герц попутно открыл фотоэффект и исследовал его весьма тщательно, но ровно настолько, чтобы, убедившись в отсутствии прямого отношения этого явления к основной теме, отказаться от дальнейшего детального его исследования. Есть весьма веские основания думать, что Герц, открывший возможность прохождения катодных лучей сквозь тонкие металлические листки, был очень близок к открытию рентгеновых лучей. Остальных его работ мы касаться не будем, им посвящены другие статьи. Однако нельзя не упомянуть стоящее несколько особняком, неоконченное и изданное посмертно исследование «Принципы механики», ибо при многих достоинствах эта работа, точнее философское введение к ней, дало, как указывает Ленин, повод некоторым философам-идеалистам причислить Герца к лику махистов. Однако В. И. Ленин, неоднократно упоминая в «Материализме и эмпириокритицизме» Герца как знаменитого физика, хотя и отмечает, что Герц, «в сущности, был также последователем, как Гельмгольц»⁷, но решительно отвергает и высмеивает недостойные попытки махистов причислить его к числу своих единомышленников. Оценка Лениным мировоззрения Герца сформулирована так: «... Герцу даже и не приходит в голову возможность нематериалистического взгляда на энергию»⁸. Безусловно, мировоззрение Герца было по своей сути материалистическим.

В России, и особенно в Советском Союзе, имя Герца пользуется заслуженной славой. А. С. Попов начал повторять опыты Герца, как только о них стало известно, и всегда с глубочайшей благодарностью упоминал о нем и его великих заслугах. Множество статей посвящено деятельности Герца; И. И. Боргман, О. Д. Хвольсон, В. К. Лебединский, М. В. Шулейкин, Л. И. Мандельштам, В. К. Аркадьев, Н. Н. Андреев, И. Г. Кляцкин, Н. Н. Малов и другие ученые посвятили ему прочувствованные страницы. Нерукотворным памятником Генриху Герцу служит присвоение его имени единице частоты — одному циклу в секунду, это было введено в СССР раньше чем за рубежом.

Учитель и близкий друг Герца Герман Гельмгольц так пишет о нем: «Наделенный самыми редкими дарами ума и характера, он за свою столь

⁷ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 224.

⁸ Там же, стр. 271.

короткую жизнь собрал жатву, столь обильную, что она превзошла все надежды; ее в течение предыдущего столетия тщетно стремились собрать наиболее одаренные из его соотечественников по науке»⁹.

Замечательные открытия Герца явились началом развития многообразных научных исследований и создали необходимые предпосылки для мощного прогресса новой области промышленности — радиотехники.

⁹ H. Hertz. Vorwort von H. Helmholtz. Gesammelte Werke, Bd. III, S. XIII.

А. Г. АРЕНБЕРГ

ГЕНРИХ ГЕРЦ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ ВОЛНЫ¹

Изобретению радио предшествовал ряд важных научных открытий, составляющих большую и сложную «предысторию» радио. Среди этих открытий особо яркое место занимают работы выдающегося немецкого физика Генриха Герца.

Герц родился 22 февраля 1857 г. в Гамбурге в семье адвоката. Среднее образование он получил в родном городе. По воскресным дням Герц посещал «Школу искусств и ремесел», где изучал черчение, слесарное и столярное дело, а в свободное время изготовлял различные физические приборы.

С юношеских лет Герц стремился к научной деятельности, но, по-видимому, отдавая себе отчет в стоящих перед ним трудностях, испытывал некоторую робость и не был вполне уверен в своих способностях. В то же время он понимал важность хорошей технической подготовки. Получив в 1875 г. аттестат зрелости, Герц решил стать инженером и поехал сначала в Дрезден, а затем в Мюнхен учиться в политехникуме. Вскоре он почувствовал, что естествознание, и в особенности физика, привлекают его больше, чем прикладные науки. «Раньше я часто говорил себе, — писал в это время Герц своим родителям, — что . . . быть посредственным инженером для меня предпочтительней, чем посредственным ученым. Но теперь я думаю, что прав Шиллер, сказавший: «кто трусит жизнью рисковать, тому успеха в ней не знать», и что излишняя осторожность была бы с моей стороны безумием»². Получив согласие родителей, Герц переехал весной 1878 г. в Берлин и поступил в университет. Там он впервые встретился со своим будущим учителем и другом, выдающимся немецким физиком Германом Гельмгольцем и начал работать под его руководством в физическом практикуме.

Вспоминая об этом периоде, Гельмгольц впоследствии писал о Герце: «Уже из знакомства с его элементарными работами я убедился, что имею дело с человеком, одаренным действительно выдающимися способностями. В конце лета мне пришлось предложить студентам тему для научной работы. Я остановился на вопросе из области электродинамики, так как я был уверен, что Герц заинтересуется этой темой и работа его будет плодотворна. Действительность оправдала мое предположение»³.

Следует напомнить, что основы учения об электромагнитном поле были заложены в 30-х годах XIX в. Фарадеем, который открыл законы электромагнитной индукции и пришел к выводу об участии среды в электрических и магнитных явлениях. Позднее эти работы были развиты и облечены в ма-

¹ Речь, произнесенная 27 февраля 1957 г. на юбилейном заседании Академии наук СССР, посвященном 100-летию со дня рождения Г. Герца.

² H. Hertz. Einleitung. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895—1914, Bd. I, S. X.

³ H. Helmholtz. Vorwort. H. Hertz. Gesammelte Werke, Bd. III, S. VII.

тематическую форму в трудах Максвелла и вошли в его известный «Трактат об электричестве и магнетизме», вышедший в 1873 г. Но сложная и необычная теория Максвелла долгое время была мало известна и оставалась, по выражению Больцмана, для большинства физиков «книгой за семью печатями». О трудностях, связанных с восприятием теории Максвелла, упоминал также и И. И. Боргман в 1881 г. в речи «Электромагнитная теория Максвелла»; об этом же писал в 1888 г. А. Пуанкаре во введении к своей известной книге «Electricité et Optique».

Н. А. Умов в 1874 г. в работе «Уравнения движения энергии в телах» ввел понятие о потоке энергии, а спустя несколько лет Пойнтинг (1884) опубликовал статью «О переносе энергии в электромагнитном поле». Параллельно с этим Генри (1842), Гельмгольц (1847), Вильям Томсон (лорд Кельвин, 1853), Феддерсен (1858—1859) и другие ученые разработали теорию затухающих электромагнитных колебаний. К началу творческой деятельности Герца основы этой теории уже были разработаны и были известны экспериментальные исследования колебательного разряда.

По мнению Гельмгольца, в ту пору область электродинамики представляла собой хаотическое царство, в котором трудно было разобраться. Но в противоположность многим немецким физикам, объяснявшим электромагнитные явления с точки зрения теории дальнего действия (*actio in distans*), сам Гельмгольц был приверженцем теории Максвелла и серьезно работал в области электродинамики. Желая разобраться в ней подробнее и поставить необходимые экспериментальные исследования, он предложил Герцу заняться проверкой теории Вебера об энергии электрических зарядов, текущих по проводнику.

Работа над этой темой чрезвычайно увлекла Герца. 2 декабря 1878 г. он писал своим родителям, что «за каждой преодоленной трудностью встает новая, еще большая»⁴ и что знания его еще не совершенны, но он не отчаивается и продолжает трудиться.

По окончании университета Герц на протяжении трех лет (1880—1883) оставался в нем в качестве ассистента физической лаборатории. Работая под руководством Гельмгольца, он исследовал разряды в газах, занимался гидродинамикой и теорией упругости, опубликовал несколько статей. В статье «Кинетическая энергия движущихся зарядов» (1880 г.) были освещены тщательные исследования электромагнитных явлений, происходящих в спиральных и прямолинейных проводниках, и показано, что экстраток, обусловленный инерцией электрических зарядов, не превышает 0,4% величины индуцированного тока. Эта работа была отмечена университетской премией. В своем следующем труде — «Об индукции во вращающемся шаре» — Герц исследовал влияние центробежной силы на электрические заряды и снова пришел к выводу о незначительном влиянии инерции электрических зарядов. Работа была представлена в университет как докторская диссертация и получила высокую оценку.

В 1883 г. Герц переехал в Киль и стал там приват-доцентом теоретической физики.

Здесь Герц вновь обратился к идее проверки теоретических положений Максвелла экспериментальным путем. Для этого, по его мнению, во-первых, важно было выяснить, сопровождается ли изменение поляризации диэлектрика такими же изменениями магнитного поля, как и в случае тока в проводнике; во-вторых, надо было показать, что электродинамические силы вызывают такую же поляризацию диэлектрика, как и электростатические силы; и, в-третьих, показать, что воздух и даже «пустое» пространство ведут себя в этих отношениях так же, как и другие диэлектрики.

⁴ I. Hertz. Heinrich Hertz. Erinnerungen. Briefe. Tagebücher. Leipzig, 1927, S. 77.

Обдумав эти вопросы, Герц пришел к выводу, что для доказательства теории Максвелла прежде всего необходимо получить такие быстрые электромагнитные колебания, чтобы $\frac{dE}{dt}$ и $\frac{dH}{dt}$ были велики и соответствующие электромагнитные волны можно было бы наблюдать в условиях лаборатории. Кроме того, нужно было найти также и способы обнаружения этих волн.

Спустя несколько лет в знаменитой речи «О соотношении между светом и электричеством», произнесенной 20 сентября 1889 г. в Гейдельберге на 62 съезде естествоиспытателей и врачей, Герц сказал об этом так: «К сожалению, самые короткие колебания продолжались не менее одной миллионной доли секунды (10^{-6}). За время одного такого колебания действие его успевало распространяться более чем на триста метров. Таким образом, известными тогда способами ничего не могло быть достигнуто, и надо было ждать появления новых фактов. Эти новые факты состояли в том, что не только разряд конденсатора, но, при особо благоприятных обстоятельствах, и разряд в любом проводнике дает начало электрическим колебаниям. . . Правда эти колебания продолжаются недолго; они состоят всего из нескольких быстро затухающих толчков. Для наших опытов было бы лучше, если бы дело обстояло иначе. Но . . . ведь и в области акустики, если мы не имеем возможности пользоваться звуками труб или струн, мы можем произвести довольно сносную музыку ударами деревяшек»⁵.

В 1885 г. Герц был назначен профессором Высшей технической школы в Карлсруэ. Именно здесь он сделал и впервые опубликовал свои главные открытия и исследования по электромагнитным волнам, принесшие ему мировую известность.

В работе «О весьма быстрых электрических колебаниях» (1887) Герц описывает необычайно простые и изящные приемы, давшие ему возможность получить колебания примерно в 100 раз более быстрые, чем у Феддерсена. Для этой цели Герц перешел от обычного «замкнутого» колебательного контура к «открытому» колебательному контуру и создал в и б р а т о р, состоящий из металлического стержня длиной несколько десятков сантиметров с шарами или пластинками на концах. Период колебаний такого вибратора, возбуждавшегося при помощи искрового промежутка, Герц вычислял по известной формуле Томсона $T = 2\pi\sqrt{LC}$, при этом он допустил неточность, связанную с вычислением емкости системы. Впоследствии Герц сделал специальное примечание, указав, что на эту неточность обратил его внимание Анри Пуанкаре (1891).

Для доказательства колебательного разряда вибратора Герц взял проволочный прямоугольник с небольшим искровым промежутком и, изменяя размеры этого вторичного контура, исследовал его настройку в резонанс на частоту колебаний вибратора. Исходя из аналогий с акустическими явлениями, Герц назвал свой настраивающий контур р е з о н а т о р о м. Таким образом, в этой работе были достигнуты два важнейших результата, а именно: открыт способ получения электромагнитных колебаний весьма высокой частоты и найден способ их обнаружения.

К 1887 г. относится также исследование электродинамического действия диэлектрического цилиндра. В этом случае Герц придавал своему первичному контуру (т. е. вибратору) специальную форму и быстро вводил в пространство между пластинами брусочки из серы или парафина. При этом он убедился, что на расположенный рядом резонатор действует главным образом поле самого вибратора и что магнитное поле, создаваемое поляри-

⁵ H. Hertz. Über die Beziehungen zwischen Licht und Elektrizität. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895—1914, Bd. I, S. 339.

зационными явлениями в диэлектрическом бруске (т. е. током смещения), не оказывает существенного влияния на искру в резонаторе.

В дальнейшем Герцу удалось найти более благоприятное расположение резонатора, при котором приближение диэлектрика вызывало возникновение и исчезновение в резонаторе искры. Такое расположение он описал в статье «Об индукционных явлениях, возникающих в изоляторах». Из дневников Герца мы знаем, что 5 ноября 1887 г. он закончил эту работу и написал Гельмгольцу: «... Я не мог не послать Вам этой работы, так как в ней излагается предмет, к рассмотрению которого Вы меня побудили несколько лет тому назад. Я постоянно имел в виду эту задачу, и наконец, нашел путь к ее разрешению, который должен был дать ясный результат. Вероятно, я не ошибаюсь, считая, что настоящие опыты достаточно убедительны. Я думаю, что примененные здесь электрические колебания могут быть весьма полезны для электродинамики незамкнутых токов. Я уже успел сделать несколько дальнейших шагов»⁶. 7 ноября Гельмгольц ответил открыткой: «Манускрипт получен. Bravo! В четверг пошлю в печать. Г. Ф. Гтц».

Еще более убедительных результатов, подтверждающих теорию Максвелла, Герц достиг в работе «Об электродинамических волнах в воздухе и об их отражении» (1888). Историю этой работы сам Герц излагает так: «Изучая колебания в моей первичной цепи на больших расстояниях, я ясно обнаружил своего рода тень позади проводящих проводников, которая меня тогда не особенно удивила. Немного спустя мне показалось, что перед такими предметами, дающими тень, и перед стенами комнаты наблюдается усиление действия. Когда я впервые подумал, что это усиление происходит вследствие своеобразного отражения электрической силы от проводящих предметов, несмотря на мое знакомство с теорией Максвелла, мне эта мысль показалась почти невозможной, настолько она отличалась от общепринятых тогда взглядов на электрические силы. Но после того как мне, казалось, удалось подтвердить действительное существование волн, я снова обратился к оставленному объяснению, и пришел таким образом к явлениям, описанным в моей работе»⁷.

Помещение, где работал Герц, имело размеры $15 \times 6 \times 8,5$ м. На стене, от которой происходило отражение, был укреплен цинковый экран величиной 4×2 м. Вибратор находился на расстоянии 13 м от этого экрана на высоте 2,5 м от пола. Настроенный резонатор был помещен на этой же высоте и перемещался между вибратором и экраном. Располагая резонатор на различных расстояниях от экрана, Герц наблюдал интенсивность искры в этом резонаторе и устанавливал наличие максимумов и минимумов, характерных для картины стоячих волн. Получалась интерференция волн, идущих от вибратора, и волн, отраженных от экрана. Длина волны, измеренной Герцем, оказалась близкой к 9,6 м. «Эти опыты, в которых волнообразное распространение индукции в воздухе делается почти осязаемым. ... могут служить, — писал Герц, — обоснованием теории электродинамических явлений, разработанной Максвеллом, базирующейся на представлениях Фарадея»⁸.

В работе «О скорости распространения электродинамического действия» (1888) Герц измерил длину волны и, вычислив период колебаний, определил скорость распространения электромагнитных волн. Правда, вследствие неправильного вычисления периода колебаний (о чем мы уже упоминали

⁶ I. Hertz. Heinrich Hertz. Erinnerungen. ..., S. 179.

⁷ H. Hertz. Einleitende Übersicht. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895—1914, Bd. II, S. 10.

⁸ H. Hertz. Über elektrodynamische Wellen im Luftraume und deren Reflexion. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895—1914, Bd. II, S. 133.

раньше), он получил эту скорость равной около 200 000 км/сек, т. е. примерно в 1,5 раза меньше истинной величины.

Огромное значение для теории излучения радиоволн имеет работа Герца «Силы электрических колебаний, рассматриваемые с точки зрения Максвелла» (1888), в которой он дал классический расчет электромагнитного излучения простейшего вибратора (диполя). Основываясь на уравнениях Максвелла, он ввел вспомогательную функцию Π (функция Герца) и получил общие выражения для составляющих электрического и магнитного полей. Приняв решение волнового уравнения в виде

$$\Pi = El \frac{\sin(mr - nt)}{r},$$

где E и l — заряд и длина вибратора, $m = \frac{\pi}{\lambda}$ и $n = \frac{\pi}{T}$, он получил развернутые выражения для напряженностей полей. При этом он показал, что на малых расстояниях от вибратора (ближняя зона) электрическое поле вибратора пропорционально $1/r^3$, а магнитное $1/r^2$, что находится в соответствии с законами Кулона и Био-Саварра. Наоборот, на больших расстояниях от вибратора (дальняя или волновая зона), напряженности электрического и магнитного полей оказались пропорциональными $1/r$. Это соответствует излучению сферических электромагнитных волн, плотность энергии которых (т. е. вектор Умова-Пойнтинга) пропорциональна $1/r^2$.

Эти важнейшие результаты, на которых зиждется современная теория излучения радиоволн, приводятся во всех книгах по радиотехнике и теории антенн и являются ценнейшим вкладом в науку. Проинтегрировав поток вектора Умова-Пойнтинга сквозь сферу, окружающую вибратор, Герц получил формулу для излучаемой мощности, которая в его случае соответствовала 22 л. с. (для первых колебаний затухающего разряда вибратора). Основываясь на герцовском выражении для излучаемой мощности, Рюденберг в 1908 г. ввел понятия о сопротивлении излучения и эффективной площади приемной антенны, играющие важную роль в теории антенных устройств.

Поскольку резонатор Герца обладал малой чувствительностью, то расстояния между этим «приемником» и «передатчиком» были весьма малы и потому отношение излучаемой мощности к принимаемой (или, как теперь обычно говорят, ослабление при распространении) было тоже незначительным. В наше время, когда чувствительность приемников чрезвычайно велика и доходит до 10^{-14} ватт, а мощность передатчиков (в импульсе) — до нескольких мегаватт, это отношение выражается огромными цифрами с 16—18 нулями, что соответствует 160—180 децибелам.

В рассматривавшейся выше работе Герц исследовал также вопрос о фазовой скорости электрических и магнитных полей на различных расстояниях от вибратора, и, что особенно важно, вычислил и построил свои известные графики электрических силовых линий, на которых показан процесс их «отшиуровывания». Такие графики, построенные им для времени t , равного $0, \frac{1}{8}T, \frac{1}{4}T$ и $\frac{3}{8}T$, приводятся сейчас в большинстве учебников физики и радиотехники. Впоследствии подобные графики вычислялись (для нескольких периодов) многими учеными. Среди них следует назвать Пирсона и Ли (1900), Лове (1904) и Бутильона (1919). В книге «Основы радиотехники» академика В. А. Котельникова, вышедшей в 1950 г., приведены графики, вычисленные в 1948 г. Ю. И. Лещинским.

В результате описанных работ Герца единство природы электромагнитных и световых волн, предсказанное Максвеллом, стало весьма правдоподобным. Стремясь к еще более убедительным доказательствам, Герц

стал уменьшать геометрические размеры своих приборов и дошел до волн порядка 60 см. По современным представлениям это соответствует примерно середине диапазона дециметровых волн. С этими волнами он произвел свои знаменитые опыты, описанные в его бессмертной работе «О лучах электрической силы» (1888).

Добившись укорочения волны, Герц попытался концентрировать электромагнитную энергию при помощи отражающих зеркал, выполненных в виде параболических цилиндров. Вибратор, состоявший из латунного стержня с искровым промежутком между двумя шариками, был укреплен внутри цинкового зеркала на его фокальной линии. С помощью настроенного резонатора (виток диаметром 7,5 см) Герц убедился в наличии заметной концентрации электромагнитного излучения в направлении оптической оси зеркала. Это значит, что Герц сделал то, что делается и сейчас, когда при работе на дециметровых и сантиметровых волнах снимают диаграмму направленности антенны. В настоящее время концентрация электромагнитной энергии, достигаемая при помощи металлических зеркал, широко применяется в технике дециметровых и сантиметровых волн, например в радиорелейной связи, радиолокации и радиоастрономии. Размеры таких зеркал достигают десятков метров.

Для дальнейших опытов Герц использовал второе зеркало и на фокальной оси его расположил резонатор в виде двух стерженьков, внутренние концы которых при помощи проволочек, проходивших через стенку зеркала наружу, присоединялись к небольшому искровому промежутку с микрометрическим винтом. При совпадении оптических осей параллельно расположенных зеркал искры в резонаторе наблюдались на расстоянии до 20 м. При вращении зеркала с вибратором вправо и влево наблюдалось ослабление искр; при повороте зеркала на угол около 15° искрообразование обычно совсем прекращалось. Эти опыты подтвердили наличие концентрации излучения и его прямолинейное распространение. Проводящие экраны (жест, станиоль, тело экспериментатора и др.), помещавшиеся между зеркалами, совершенно прекращали искры (прием). Плохо проводящие экраны (дерево и др.) заметного действия не оказывали. Герц пробовал также ставить два металлических экрана и пропускать электромагнитные волны сквозь щель между экранами, но наблюдать при этих условиях дифракционные явления ему не удалось.

Для выяснения вопроса о поляризации электромагнитных волн Герц сначала произвел опыты с относительным вращением зеркал вокруг их оптической оси. При этом оказалось, что по мере вращения приемного зеркала искры в резонаторе постепенно ослабевали и при скрещенном положении зеркал совсем прекращались. Этот опыт показал, что в электромагнитной волне, создаваемой вибратором, электрическое поле поляризовано в плоскости, проходящей через ось вибратора (меридиональная плоскость). В настоящее время принято различать вертикальную и горизонтальную поляризации, соответствующие горизонтальным и вертикальным расположениям вибраторов.

При дальнейшем изучении этого вопроса Герц применил решетку из медной проволоки, натянутой на деревянную раму. Располагая эту решетку между зеркалами, поставленными параллельно друг другу, Герц убедился, что в том случае, когда проволока решетки перпендикулярна вибратору и резонатору, искры получаются такими же, как и при отсутствии решетки. По мере вращении решетки направление ее постепенно совпадало с направлением вибратора и резонатора, искры в резонаторе постепенно ослабевали и при параллельном расположении совершенно прекращались. Этот опыт подтвердил, что электрическое поле вибратора поляризовано в его меридиональной плоскости.

Затем Герц вернулся к взаимно-перпендикулярному расположению зеркал, при котором, как мы уже говорили, искры в резонаторе отсутствовали. Располагая между этими зеркалами свою проволочную решетку и вращая ее в вертикальной плоскости, Герц обнаружил, что как при горизонтальном, так и при вертикальном направлении проволоки искры в резонаторе по-прежнему отсутствовали. Однако при наклонном расположении решетки, соответствующем повороту проволоки от любого из указанных положений на 45° , в резонаторе появлялись достаточно интенсивные искры. «Очевидно, — писал по этому поводу Герц, — решетка разлагает входящее колебание на две составляющие и пропускает лишь ту, которая перпендикулярна направлению ее проволоки. Эта составляющая образует угол в 45° с фокальной линией второго зеркала и, будучи еще раз им разложена, оказывает влияние на резонатор. Такое явление подобно возникновению освещения темного поля двух перекрещенных николей при помещении между ними надлежащим образом ориентированной турмалиновой пластинки»⁹. За последние годы, в связи с развитием волноводной техники, разработаны особые поляризационные решетки, которые применяются для создания вращающейся поляризации.

Желая более глубоко изучить отражение электромагнитных волн, обнаруженное в предыдущих опытах, Герц расположил оба зеркала параллельно одно другому таким образом, что их оптические оси составляли некоторый угол. Естественно, что в этом случае никакого искрообразования во вторичной цепи (резонаторе) не наблюдалось. Однако для получения искрообразования оказалось достаточным применить относительно небольшой металлический экран (цинковый лист размером 2×2 м), расположенный в точке пересечения оптических осей зеркал таким образом, что перпендикуляр к его поверхности совпадал с биссектрисой угла между этими осями.

Аналогичные результаты получались и при замене этого экрана уже описанной нами проволочной решеткой. Когда направление электрического поля было перпендикулярно к решетке, она никакого отражающего действия не оказывала. Когда же решетка была повернута параллельно электрическому полю, она отражала так же, как экран. Все эти опыты показали, что отражение электромагнитных волн происходит, как это и следует из теории Максвелла, по тем же законам, что и отражение света.

Наконец, для изучения вопроса о преломлении электромагнитных волн Герц изготовил из асфальтовой массы призму весом около 1,2 т. Сечение этой призмы представляло равнобедренный треугольник, стороны которого имели длину 1,2 м и образовывали преломляющий угол около 30° . Помещенная между зеркалами, стоящими друг против друга, призма полностью прекращала искрообразование в резонаторе. Однако искрообразование легко восстанавливалось при перемещении второго зеркала на угол 22° по направлению к основанию призмы. Коэффициент преломления асфальта, определенный на основании этих опытов, оказался равным примерно 1,69. Коэффициенты преломления для смолистых тел, полученные в результате оптических измерений, лежали в пределах между 1,5 и 1,6. Учитывая неточность измерений и недостаточную чистоту применявшейся массы, такое совпадение результатов следует считать вполне удовлетворительным.

Подводя итоги всем этим опытам, Герц писал, что по крайней мере ему представляется весьма вероятным, что описанные опыты доказывают идентичность света, тепловых лучей и электродинамического волнового движения и что теперь смело можно использовать все те преимущества, которые

⁹ H. Hertz. Über Strahlen elektrischer Kraft. Gesammelte Werke. Leipzig, 1895—1914, Bd. II, S. 190.

дает допущение этой идентичности как для оптики, так и для учения об электричестве.

Работа Герца «О лучах электрической силы» завершила определенный круг идей. Доложенная 13 декабря 1888 г. на заседании Берлинской Академии наук, она принесла Герцу мировую известность. Ряд университетов сделал ему предложения занять кафедру. Герц выбрал кафедру физики в Боннском университете, которую ранее занимал Клаузиус.

В 1888 г. Герц получил из Неаполя от Итальянского научного общества медаль имени Matteucci; в 1889 г. — от Парижской Академии наук премию имени Ласажо, от Венской Императорской Академии наук премию Баумгартнера; в 1890 г. — от Лондонского Королевского общества медаль Румфорда; в 1891 г. — от Королевской Академии в Турине премию Бресса; прусское правительство наградило его орденом Короны; Московское общество естествознания, антропологии и этнографии послало ему приветствие; 14 января 1890 г. была получена телеграмма из Петербурга от VIII съезда естествоиспытателей и врачей, на котором профессор А. Г. Столетов произнес свою известную речь «Эфир и электричество», содержащую подробное изложение работ Герца. Академии наук в Берлине, Мюнхене, Вене, Риме, Турине, Геттингене и многие ученые общества избрали Герца своим членом-корреспондентом.

Занимая кафедру в Бонне, Герц написал статью «О механическом действии электрических волн в проводниках» (1891), где исследовал стоячие волны в двух параллельных проводах, возбуждаемых от вибратора (система Лехера). Для этой цели он сконструировал приборы (электрометр и электродинамометр), принцип действия которых основывался на механическом действии электрических и магнитных сил.

Собрав все работы, опубликованные им в период с 1887 по 1891 г., Герц написал к ним вводный обзор, в котором дал ясное и увлекательное изложение своих открытий. Это издание под общим названием «Исследования о распространении электрической силы» впоследствии составило второй том собрания трудов Герца. По этому поводу Гельмгольц писал: «К сожалению у нас мало подобных трудов, открывающих нам внутреннюю психологию истории науки, мы должны быть признательны автору за то, что он дал нам проникнуть в его мысли и даже в историю его минутных ошибок»¹⁰.

Последние годы жизни Герц главным образом занимался обоснованием механики, стараясь изложить ее в виде системы, исходящей из минимального числа предположений. Эти работы составляют содержание его известной книги «Принципы механики» (третий том собрания трудов Герца), которая осталась незаконченной из-за его болезни.

В 1891 г. Герц опубликовал статью «О прохождении катодных лучей в тонких металлических слоях». Существует мнение, что занимаясь этими вопросами, Герц по-видимому наблюдал флюоресценцию стекла под действием лучей, получивших впоследствии название рентгеновых, и был близок к их открытию.

Опубликование работ Герца вызвало всеобщий интерес среди физиков. Наш соотечественник, изобретатель радио Александр Степанович Попов, выступая в 1889—1890 гг. в Кронштадте и Петербурге с научными лекциями и докладами «О соотношении между световыми и электрическими явлениями», сопровождал их демонстрацией опытов Герца при помощи специально изготовленных приборов. Спустя несколько лет, 24 марта 1896 г., Попов передал первую радиogramму, которая состояла из слов «Heinrich Hertz».

Проф. О. Д. Хвольсон в 1890 г. писал, что опыты Герца обратили на себя внимание не только ученых, занимающихся физикой, но и всего

¹⁰ H. H e l m h o l t z. Vorwort. H. Hertz. Gesammelte Werke. Bd. III.

образованного мира. Дж. Дж. Томсон, характеризуя значение работ Герца, отметил, что открытие электромагнитных волн имело не только научное значение, но и побудило к активной деятельности в новых, до сих пор неизвестных направлениях и что подобно открытию Фарадеем электромагнитной индукции оно имело огромное влияние на цивилизацию. Наконец, очень важно указать, что о Герце неоднократно упоминал В. И. Ленин в своей книге «Материализм и эмпириокритицизм», относя его к физикам-материалистам. «... Герцу, — писал Ленин, — даже и не приходит в голову возможность нематериалистического взгляда на энергию»¹¹.

По воспоминаниям Гельмгольца, Герц был очень скромным и никогда не проявлял зависти и своекорыстия. Даже там, где честь открытия принадлежала ему одному, Герц предпочитал оставаться в тени. В то же время при обсуждении (рецензировании) научных работ он был глубоко принципиален. Благодаря этим качествам он пользовался большим авторитетом и уважением. Герц был неутомим в своих исканиях и обладал всеми качествами, необходимыми для разрешения самых сложных физических как теоретических, так и экспериментальных проблем.

В 1892 г. здоровье Герца резко ухудшилось, и он несколько лет тяжело болел, но после операции продолжал еще около двух лет напряженно работать. Умер Герц 1 января 1894 г. в возрасте всего лишь 37 лет. Многое из того, что он намеревался сделать, осталось невыполненным.

Ему не удалось, в частности, добиться полного сближения областей колебаний, получаемых «электрическими» и «оптическими» методами. Сближение этих областей и даже их перекрытие было получено уже его последователями.

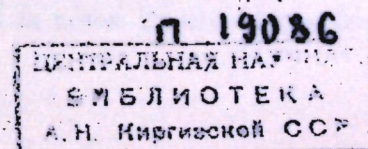
Здесь необходимо указать на опыты Риги, получившего в 1894 г. волны длиной 10 мм, и в особенности на известную работу П. Н. Лебедева «О двойном преломлении лучей электрической силы», которая посвящена исследованиям с волнами длиной 6 мм. Из более поздних исследований надо указать на работы А. А. Глаголевой-Аркадьевой, получившей в 1922—1924 гг. при помощи своего массового излучателя «смешанное» (белое) электромагнитное излучение, содержащее в себе волны длиной от 50 до 0,082 мм, и выделившей в 1934 г. из этого излучения волны длиной от 10 до 0,35 мм. Сюда же относятся опыты Никольса и Тира, получивших в 1923 г. волны длиной от 4,2 до 0,22 мм, и работы М. А. Левитской, получившей в 1926 г. волны длиной от 0,475 до 0,138 мм.

Нужно сказать еще несколько слов об оптической части спектра. Инфракрасные лучи были открыты Гершелем в 1800 г. Рубенс в 1897 г. получил волны длиной 0,06 мм, а в 1910 г. — 0,343 мм; в 1923 г. Никольс и Тир достигли 0,420 мм и, по-видимому, 0,685 мм. Таким образом, весь спектр электромагнитных волн оказался не только заполненным, но и перекрытым. Этот процесс в 1944 г. был довольно наглядно представлен графически А. А. Глаголевой-Аркадьевой.

В настоящее время благодаря успехам современной электроники сверхвысоких частот легко удастся получать волны длиной в несколько миллиметров. Так, например, в 1954 г. один из экспериментальных магнетронов (США) давал на волне 6,3 мм мощность до 100 квт в импульсе при к. п. д. до 20%. Магнетрон на волне 3,3 мм — до 10 квт в импульсе. Клистроны, работающие в миллиметровом диапазоне (5—6 мм), дают мощность 15—30 квт. Большие успехи в этом направлении достигнуты путем применения ламп бегущей волны. Существуют заманчивые перспективы в области использования эффекта Черенкова и применения ускорителей.

¹¹ В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 271.

2 Вопросы истории естествознания, в. 5



Классические работы Герца вошли во все учебники физики, электродинамики и радиотехники. Простейший излучатель электромагнитных волн называется вибратором Герца, а иногда и сами электромагнитные волны называются волнами Герца. В теории электромагнитного поля существуют известные понятия о функции Герца и о векторе Герца, которые широко применяются при решении многих электродинамических задач (например, в теории антенн и радиоволноводов). Наконец, наиболее яркое признание заслуг Герца можно видеть в том, что в 1935 г. на VIII съезде Международной электротехнической комиссии единица частоты колебаний была названа «герцем». В СССР это название введено еще раньше — в 1932 г. (ОСТ 5037).

Генриху Герцу посвящено у нас много книг, брошюр и статей. Основные работы Герца неоднократно печатались в различных сборниках, издававшихся Академией наук СССР и другими учреждениями.

Советский народ вместе с народами других стран глубоко чтит память гениального немецкого ученого Генриха Герца, жизнь которого, целиком отданная науке, была полна глубокой веры в торжество человеческого разума.

А. Т. ГРИГОРЬЯН, Л. С. ПОЛАК

ОСНОВНЫЕ ИДЕИ МЕХАНИКИ ГЕНРИХА ГЕРЦА

В XVII в. трудами Галилея и Ньютона были заложены принципиальные основы классической механики.

В XVIII и XIX вв. Эйлер, Д'Аламбер, Лагранж, Гамильтон, Якоби, Остроградский, исходя из этих основ, построили великолепное здание аналитической механики и разработали ее мощные математические методы.

Казалось, что механика — этот «рай математических наук», как назвал ее Леонардо да Винчи, — достигла высокой степени совершенства и своей завершенности. Но завершенность эта была лишь кажущейся, ибо в самих основных понятиях и законах механики заключались многочисленные трудности, которые были только временно отодвинуты, а отнюдь не разрешены мощным прогрессом аналитической механики.

Еще до коренного пересмотра физического содержания основных принципов классической механики, осуществленного теорией относительности и квантовой теорией, появился ряд работ, пытавшихся по-новому осмыслить эти принципы. Эти попытки были связаны прежде всего с тем, что наряду с физикой дискретных тел возникла физика континуума поля, потребовавшая критического пересмотра основ классической механики.

Такой попыткой была, в частности, замечательная книга Г. Герца «Принципы механики, изложенные в новой связи»¹, которая сыграла важную роль не только в развитии классической механики, но и в исторической подготовке теории относительности Эйнштейна.

ФИЛОСОФСКИЕ ОСНОВЫ МЕХАНИКИ ГЕРЦА

Предсмертное сочинение Герца «Принципы механики» не ставило целью решение практических задач или разработку методов механики. Цель этого сочинения — показать, что общие теоремы механики и весь ее математический аппарат могут быть последовательно развиты, исходя из единого принципа.

В свете марксистско-ленинской философии и успехов новой физики ясно, что решение Герцем указанной проблемы имело механистический характер. Однако в основе этого решения лежала правильная материалистическая тенденция рассматривать все явления природы как проявления движения материи. Ограниченность материализма Герца рамками механистического мировоззрения и некоторое влияние на него многочисленных разновид-

¹ H. Hertz. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Gesam. Werke. Bd. III. Leipzig, 1910.

ностей кантианской философии явились причиной его непоследовательности, колебаний между кантианством и материализмом.

Используя эти колебания и отдельные отклонения от последовательного материалистического мировоззрения, идеалисты различных направлений пытались, извращая факты, доказать, что философская концепция, лежащая в основе «Принципов механики» Герца, имеет кантианский или махистский характер. В книге «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин разоблачает эти маневры идеалистов и защищает материалистическую основу «Принципов механики» замечательного немецкого физика. «Г. Коген, — пишет Ленин, — старается завербовать себе в союзники знаменитого физика Генриха Герца. Герц наш, он кантианец, у него попадаетея допущение априори! Герц наш, он махист, — спорит махист Клейнпетер, — ибо у Герца проглядывает «тот же субъективистский взгляд, как и у Маха, на сущность наших понятий». Этот курьезный спор о том, чей Герц, дает хороший образчик того, как идеалистические философы ловят малейшую ошибку, малейшую неясность в выражении у знаменитых естествоиспытателей, чтобы оправдать свою подновленную защиту фидеизма. На самом деле, философское введение Г. Герца к его «Механике» показывает обычную точку зрения естествоиспытателя, напуганного профессорским воем против «метафизики» материализма, но никак не могущего преодолеть стихийного убеждения в реальности внешнего мира. Это признает сам Клейнпетер, с одной стороны, бросающий в массу читателей насквозь лживые популярные брошюры о теории познания *естествознания*, причем Мах фигурирует рядом с Герцем, — с другой стороны, в специальных философских статьях признающийся, что «Герц, в противоположность Маху и Пирсону, держится все еще предрассудка насчет возможности механически объяснить всю физику», что он сохраняет понятие вещи в себе и «обычную точку зрения физиков», что Герц «все еще держался за существование мира в себе» и т. д.²

Подчеркивая непоследовательность Герца, В. И. Ленин в то же время настойчиво выделяет основную материалистическую линию механики Герца, противопоставляя ее кантианскому априоризму и махистскому субъективизму. Ленин пишет: «Рей тоже абсолютно не знаком с диалектикой. Но и он вынужден констатировать, что среди новейших физиков есть продолжатели традиций «механизма» (т. е. материализма). По пути «механизма», — говорит он, — идут не только Кирхгоф, Герц, Больцман, Максвелл, Гельмгольц, лорд Кельвин»³. И далее: «... Герцу даже и не приходит в голову возможность нематериалистического взгляда на энергию. Для философов энергетика послужила поводом к бегству от материализма к идеализму. Естествоиспытатель смотрит на энергетикку, как на удобный способ излагать законы материального движения в такое время, когда физики, если можно так выразиться, от атома отошли, а до электрона не дошли»⁴.

Во введении к своей «Механике» Герц выдвигает в качестве ближайшей и важнейшей цели научного познания предвидение полезных будущих открытий и организацию, в соответствии с ними, наших практических и теоретических усилий в настоящем.

В процессе познания, по мнению Герца, исходят из уже накопленного опыта. Метод же выведения (предвидения) будущего из прошлого состоит в следующем: из накопленного и многократно проверенного в процессе практики опытного материала создаются «внутренние образы» (т. е. понятия) внешних предметов. К этим «образам» предъявляется следующее основное требование: логически необходимые следствия этих «образов» или понятий должны

являться «образами» естественно необходимых следствий свойств внешних предметов. Чтобы это требование могло быть осуществимо, очевидно, должно быть известное согласие между природой и нашим мышлением. Практика показывает, что такое согласие существует в действительности. Согласованность, в основе которой лежит общность законов мышления и внешнего мира, объясняет, почему логически необходимые следствия правильных научных понятий непременно осуществляются независимо от человека или при его содействии, как только появляются все необходимые условия.

Эти основные гносеологические положения Герца выражают его материалистический взгляд на цели и метод научного познания природы. Как естествоиспытатель Герц убежден в объективности природы, внешних предметов. Познав объективные закономерности развития внешних предметов, можно сознательно ускорить наступление будущего, т. е. использовать объективные законы природы в интересах человека.

КНИГА ГЕРЦА «ПРИНЦИПЫ МЕХАНИКИ» И ЕЕ МЕСТО В РАЗВИТИИ МЕХАНИКИ

Особое место среди вариационных принципов механики, которые должны указать интегралы или функции, имеющие экстремум в действительном движении системы, занимает принцип наименьшего принуждения Гаусса. Этот принцип является общим началом и может быть выражен одной из самых простых аналитических формулировок, в которой нахождение уравнений движения любой системы, голономной или неголономной, сводится к нахождению минимума функции второй степени.

Установление этого принципа, опубликованного Гауссом в 1829 г., связано, как он сам указывает, с его работами по способу наименьших квадратов.

В короткой заметке⁵ Гаусс с изумительной ясностью и лаконичностью не только осветил вопросы, связанные с формулируемым им принципом, но также высказал весьма интересные методологические соображения и кратко остановился на существовавших тогда принципах механики. Рассматривая вопрос о значении принципов механики, он писал: «Если для прогрессивного развития науки и для индивидуального исследования представляется более удобным идти от легкого к тому, что кажется более трудным, а от простых законов к более сложным, то, с другой стороны, наш ум, дойдя до более высокой точки зрения, требует обратного движения, в свете которого вся статика представляется ему в качестве частного случая динамики. И упомянутый нами геометр (речь идет о Лагранже — *Авт.*), по-видимому, оценил это обратное движение, представляя в качестве преимущества принципа наименьшего действия возможность охватить одновременно законы движения и законы равновесия, если его рассматривать в качестве принципа наибольшей или наименьшей живой силы. Но надо признать, что эта мысль является более остроумной, чем верной, так как в этих двух случаях минимум имеет место при совершенно различных условиях»⁶. Такая точка зрения Гаусса естественно приводит его к формулировке общего принципа механики — принципа наименьшего принуждения.

Принцип Гаусса — это попытка обобщения, которая позволяет определить движение системы точек, подчиненных некоторым связям, если известно движение соответствующей системы без связей.

² В. И. Ленин. Соч., т. 14, стр. 270—271.

³ Там же, стр. 251.

⁴ Там же, стр. 271.

⁵ К. Гаусс. Об одном новом общем принципе механики. Цит. по приложению к книге: Лагранж. Аналитическая механика, т. 2. М.—Л., Гос. изд-во техн. теор. лит., 1950, стр. 411—414.

⁶ Там же, стр. 412.

Чтобы выразить принцип Гаусса математически, обозначим через m_r массу частицы r , которая в начальный момент движения находится в точке A_r ; через B_r — точку, в которую попала частица через заданное время dt , если бы двигалась свободно; через C_r — точку, в которую фактически попадает частица в естественном движении при наложенных на нее связях. Сумма

$$Z = \sum m_r (B_r C_r)^2 \quad \text{или} \quad Z = \sum m_r \left(X_r - \frac{\ddot{x}}{m_r} \right)^2 \quad (1)$$

была названа Гауссом «принуждением» и он показал, что эта сумма меньше для действительно осуществляющегося движения, чем для всякого другого движения, совместимого с наложенными связями.

Зоммерфельд замечает, что «это начало механики равноценно принципу Д'Аламбера и, подобно последнему, представляет собой дифференциальный принцип, потому что оно трактует поведение системы только в настоящий (не в будущей или прошедший) момент времени»⁷.

Строгая формулировка принципа Гаусса такова: для материальной системы со связями без трения, находящейся под действием каких угодно сил, естественное движение отличается от всех остальных, совместных со связями тем, что для него принуждение со стороны связей (также как и давление на связь) имеет наименьшее значение, если исключить свободное движение.

Глубокое развитие идей Гаусса в связи с идеей Гельмгольца о кинетическом объяснении всех видов энергии при помощи «скрытых движений» дал в 90-х годах XIX в. Генрих Герц, разработавший принцип прямейшего пути. Познавательная ценность этого принципа состоит в том, что он сводит задачи механики к проблеме геодезических линий, коренным образом геометризует классическую динамику.

Во введении к «Принципам механики» Герц характеризует существующие картины механических процессов. Он считает, что до середины XIX в. полным объяснением явлений природы считалось сведение этих явлений к бесчисленным, действующим на расстоянии силам между атомами материи. Но в конце XIX в., под влиянием резко возросшего значения принципа сохранения энергии, физика «предпочитает рассматривать относящиеся к ее области явления как превращения одной формы энергии в другую и видеть в качестве своей конечной цели сведение явлений к законам превращения энергии»⁸. Тогда в механике понятие силы уступает место понятию энергии. Однако, если картина, основанная на силе, была построена, «то о второй картине этого, разумеется, сказать нельзя»⁹. По мнению Герца, при этом исходят из четырех независимых друг от друга основных понятий, отношения между которыми должны составить содержание механики. Два из них, по Герцу, носят математический характер — пространство и время; два других — масса и энергия — вводятся как две физические сущности, являющиеся определенными неуничтожаемыми количествами. Из анализа результатов опыта выводится следствие, что энергию можно разделить на две части, одна из которых зависит только от скорости изменения обобщенных координат, а другая — от самих координат. Здесь связаны между собой понятия пространства, массы и энергии. Для того же, чтобы связать все четыре понятия, «а вместе с тем и течение во времени, мы воспользуемся одним из интегральных принципов обыкновенной механики, пользующихся понятием энергии. Каким из них мы воспользуемся, — довольно безразлично, можно воспользоваться принципом Гамильтона, что мы и сделаем»¹⁰.

⁷ А. Зоммерфельд. Механика. ИЛ, 1947, стр. 295.

⁸ Цит. по Г. Герцу. Предисловие к механике. Сб. «Философия науки», т. I. Физика. Вып. 11. М.—Л., 1924, стр. 53.

⁹ Там же, стр. 54.

¹⁰ Там же.

В каком отношении эта картина находится к картине классической механики? Прежде всего, она охватывает значительно больше особенностей движения, чем классическая, основанная на понятии силы.

Основные понятия этой картины могут быть связаны принципом Гамильтона, смысл которого Герц усматривает в том, что разность между кинетической и потенциальной энергией должна быть возможно малой на протяжении всего времени движения.

Хотя этот закон и не является простым по форме, все же он в одном единственном определении однозначно воспроизводит все естественные превращения энергии из одной формы в другую и тем самым позволяет полностью предвидеть будущее развитие физических явлений (по крайней мере обратимых). Однако принцип Гамильтона в обычной его форме не охватывает движение систем с неголономными связями.

Герц выдвигает третью систему принципов механики, которая отличается от первых двух главным образом тем, что она пытается исходить только из трех независимых основных представлений: времени, пространства и массы. Герц ссылается при этом на Кирхгофа¹¹, который в своем курсе механики еще раньше отметил, что эти три независимые друг от друга понятия необходимы, но также и достаточны для развития механики. Вместо понятия силы и энергии, исключаемых Герцем из основных понятий, он вводит представление о скрытых связях, скрытых массах и скрытых движениях.

Основной закон, связывающий фундаментальные понятия пространства, времени и массы воедино, Герц выражает в форме, представляющей весьма тесную аналогию с обычным законом инерции: «каждое естественное движение самостоятельной материальной системы состоит в том, что система движется с постоянной скоростью по одному из своих прямейших путей»¹².

Это положение объединяет закон инерции и принцип наименьшего принуждения Гаусса в одно единое утверждение.

Прямым путем Герц называет такой, для которого все его элементы имеют одинаковое направление, а кривым — такой, когда направление его элементов изменяется. В качестве критерия кривизны, как и в геометрии точки, вводится скорость изменения направления при изменении положения. Из всех возможных путей, в тех случаях когда движение системы ограничено связями, выделяются некоторые, обладающие особенно простыми свойствами. Это прежде всего пути, которые во всех положениях искривлены так незначительно, как это только возможно. Именно их Герц называет прямейшими путями системы. Затем идут пути кратчайшие. При известных условиях понятия прямейших и кратчайших путей совпадают: «Это соотношение, — говорит Герц, — будет нам вполне понятно, если мы вспомним теорию поверхностей. . . Перечисление и систематизация всех возникающих при этом соотношений относится к геометрии системы точек. . . Так как система n точек выражает 3n многообразие движения, которое, однако, может быть уменьшено связями до любого произвольного числа, то в результате этого возникает большое число аналогий с геометрией многомерного пространства, причем эти аналогии заходят отчасти так далеко, что те же самые положения и обозначения могут иметь место как здесь, так и там»¹³.

Смысл такого метода изложения, по мнению Герца, состоит прежде всего в том, что он устраняет искусственное разделение механики точки и механики системы, позволяя рассматривать любое движение как движение системы.

¹¹ G. Kirchhoff. Vorlesungen über theoretische Physik, Bd. I, Mechanik. Leipzig, 1872, S. I и сл.

¹² H. Hertz. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Gesammelte Werke, Bd. III, Leipzig, 1910, S. 33, Einleitung.

¹³ Там же, стр. 36, Einleitung.

Кроме того, такой геометризованный метод выражения «ярко оттеняет тот факт, что метод изложения Гамильтона скрывает свои корни не в особых физических основах механики, как это обычно принимают, но что он, собственно говоря, является чисто геометрическим методом, который может быть обоснован и развит совершенно независимо от механики и который не находится с ней в более тесной связи, чем любое другое используемое механикой геометрическое познание»¹⁴. Это нашло свое выражение в аналогиях, которые обнаружены при сопоставлении идей Гамильтона в механике и геометрии многомерного пространства.

Герц доказывает, что для голономных систем каждый прямейший путь есть геодезический и наоборот, причем геодезическим путем материальной системы он называет путь, длина которого между двумя любыми положениями отличается лишь на бесконечно малую величину высшего порядка от длины любого другого бесконечно близкого соседнего пути между теми же положениями (в неголономных системах это не имеет места).

Кратчайший путь между двумя положениями есть геодезический, но геодезический путь не есть обязательно кратчайший, хотя он всегда есть кратчайший между любыми двумя достаточно близкими соседними его положениями, находящимися на конечном удалении друг от друга.

Определим длину ds элемента траектории в случае такого смещения системы, когда точка r передвигается из A_r в B_r , уравнением:

$$m(ds)^2 = \sum m_r(A_r B_r)^2,$$

где m — масса системы.

Угол α между ds и другим элементом траектории, по которой точка r смещается из A_r в B_r , определяется уравнением:

$$m ds ds' \cos \alpha = \sum m_r(A_r B_r)(A'_r B'_r).$$

Эти выражения распространяются и на пространство трех измерений.

Кривизна траектории в какой-либо точке определяется как предел отношения угла между направлениями двух крайних участков элемента траектории к его длине, когда он становится бесконечно малым. В случае системы, свободной от связей, кривизна будет равна нулю (движение по «прямой» линии). Герц показал, что из всех элементов пути, совместимых со связями и имеющих заданное направление, система выбирает тот, у которого кривизна наименьшая.

Необходимым и достаточным аналитическим условием геодезического пути является требование, чтобы интеграл между какими-либо двумя положениями пути имел вариацию, равную нулю, причем вариации должны исчезать на пределах интеграла и вариации координат и их дифференциалы удовлетворять уравнениям — условиям системы.

Исчезновение вариации интеграла не есть, однако, достаточное условие для того, чтобы путь между двумя конечными положениями был кратчайшим; для этого необходимо, чтобы его вторая вариация была существенно положительной. Для достаточно близких соседних положений пути это условие всегда выполняется.

Уже из этого изложения можно видеть две особенности механики Герца, связанные с тем, что в исходных предпосылках он ограничивается тремя, а не четырьмя (как это имеет место у Ньютона и Гамильтона) понятиями. Во-первых, отсутствие среди основных понятий понятия силы (или энергии), что приводит к усложнению изложения и не дает простого пути для решения

¹⁴ H. Hertz. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Gesammelte Werke, Bd. III, Leipzig, 1910. S. 38—39.

конкретных задач. Во-вторых, особо важная роль, отводящаяся геометрическим образом. Если первая особенность ограничивала практическое значение его механики, то вторая была чрезвычайно важным этапом на пути синтеза аналитического и геометрического аспектов механики.

Найдем теперь, следуя Герцу, дифференциальные уравнения геодезического пути в прямоугольных координатах. $3n$ прямоугольных координат x_ν , которые мы сначала рассматриваем как функции любой переменной, должны до и после вариации удовлетворять i уравнениям:

$$\sum_{\nu=1}^n x_{L\nu} dx_\nu = 0, \quad (2)$$

где L принимает значение от 1 до i ; а величины $x_{L\nu}$ следует рассматривать как непрерывные функции x_ν . Соответственно, $3n$ вариации dx_ν , связанные i уравнениями, получаемыми из уравнения (2) варьированием:

$$\sum_{\nu=1}^{3n} x_{L\nu} d\delta x_\nu + \sum_{\nu=1}^{3n} \sum_{\mu=1}^{3n} \frac{\partial x_{L\nu}}{\partial x_\mu} \delta x_\mu \delta x_\nu = 0. \quad (3)$$

Так как длина ds элемента пути зависит только от dx_ν , а не от x_ν , то ее вариация будет:

$$\delta(ds) = \sum_{\nu=1}^{3n} \frac{\partial ds}{\partial dx_\nu} \delta dx_\nu = \sum_{\nu=1}^{3n} \frac{\partial ds}{\partial dx_\nu} d\delta x_\nu, \quad (4)$$

причем

$$\delta \int ds = \int \delta ds = 0.$$

Согласно правилам вариационного исчисления, умножим каждое уравнение (3) на пока произвольные функции φ_L от координат x_ν и сложим сумму левых сторон полученных уравнений (она равна нулю) с вариацией элементов интеграла. Затем посредством интегрирования по частям исключим дифференциалы вариаций и положим равными нулю множители при произвольных вариациях δx_ν . В итоге получим $3n$ дифференциальных уравнений следующего вида:

$$d\left(\frac{\partial ds}{\partial dx_\nu}\right) + \sum_{L=1}^i x_{L\nu} d\varphi_L - \sum_{L=1}^i \sum_{\mu=1}^{3n} \left(\frac{\partial x_{L\mu}}{\partial x_\nu} - \frac{\partial x_{L\nu}}{\partial x_\mu}\right) \varphi_L dx_\mu = 0, \quad (5)$$

которые вместе с уравнениями (2) образуют $3n+i$ уравнений для определения $3n+i$ функций x_ν и φ_L . Эти уравнения (5) являются необходимыми и достаточными условиями для того, чтобы путь был геодезическим. Отсюда, обозначив через 0 и 1 нижний и верхний пределы, получим

$$\delta \int ds = \sum_{\nu=1}^{3n} \left[\left(\frac{\partial ds}{\partial dx_\nu} + \sum_{L=1}^i x_{L\nu} \varphi_L \right) \delta x_\nu \right]_0^1 = 0, \quad (6)$$

так как на конечных точках пути вариации δx_ν исчезают.

Затем Герц доказывает теорему, в которой выражена, по существу говоря, глубокая связь его механики с геометрической оптикой и теоре-

мой Бельтрами—Линица. Теорема Герца гласит: если построить во всех положениях некоторой поверхности прямейшие пути (а, следовательно, в случае голономной системы — геодезические), перпендикулярные к этой поверхности, и отложить вдоль этих путей равные длины, то получим новую поверхность, которая будет пересекать эти прямейшие пути также перпендикулярно.

Таким образом, в самой сердцевине механики Герца заключаются геометрические соотношения, которые связывают ее с общей теорией поверхностей. Пространственные формы механического движения материальных тел играют поэтому у Герца основную роль.

Естественно возникает вопрос об отношении принципа Герца к принципу наименьшего действия Эйлера — Лагранжа в его классической форме и в форме, которую придал ему Якоби, и к принципу Гамильтона.

Герц посвятил этому вопросу несколько разделов своей книги. Так как в голономной системе прямейший путь между двумя достаточно близкими положениями является одновременно кратчайшим, то естественный путь такой системы между указанными положениями короче, чем какой-нибудь другой возможный путь между теми же положениями. Эта теорема сразу приводит к принципу наименьшего действия в форме Якоби. Обозначим через m , массу, через ds , длину пути точки в системе в определенный момент времени; тогда эта теорема гласит, что вариация интеграла

$$\int ds = \frac{1}{\sqrt{m}} \int \sum_{i=1}^n m_i ds_i^2$$

исчезает при естественном движении системы, а это и есть принцип наименьшего действия в форме Якоби. Согласно обычному пониманию механики, отмечает Герц, приведенная теорема представляет собой частный случай теоремы Якоби, а именно случай, когда силы отсутствуют. Однако «по нашему мнению, наоборот, предпосылки полной теоремы Якоби следует считать более узкими, а теорема Якоби является специальной формой выражения нашей теоремы»¹⁵. Такая точка зрения Герца основана на том, что Якоби для получения своего выражения принципа наименьшего действия должен был воспользоваться законом сохранения энергии, чтобы с его помощью исключить время, в то время как принцип Герца совершенно не зависит от этого закона. Кроме того, выражение Якоби, в отличие от принципа Герца, справедливо лишь для голономных систем.

Легко показать далее, следуя Герцу, что естественное движение свободной голономной системы переводит систему из данного начального в достаточно близкое конечное положение за более короткое время, чем какое-либо другое возможное движение с одинаковым постоянным значением энергии, так как в этом случае энергии и скорость одинаковы, и время перехода пропорционально длине пути. В этом случае интеграл по времени от энергии равен произведению данного постоянного значения энергии на промежуток времени перехода. Таким образом, получается принцип наименьшего действия Эйлера—Лагранжа. Отношение этого принципа к принципу Герца такое же, как принципа наименьшего действия в форме Якоби.

Аналогичные рассуждения могут быть приведены и для принципа Гамильтона.

Герц рассматривает, наконец, вопрос о том, в какой степени телеологические умозаключения на самом деле связаны с этими принципами. По его мнению, такая связь не вытекает с необходимостью из рассмотрения якобы будущих целей движения. Более того, представление о таком телео-

¹⁵ H. Hertz. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Gesammelte Werke, Bd. III, Leipzig, 1910, § 350, S. 175.

логизме даже недопустимо. То, что «такое понимание этих принципов не необходимо вытекает из того, что свойства естественного движения, являющиеся как бы проявлениями цели, на самом деле устанавливаются как мыслимо-необходимые следствия закона (т. е. принципа Герца. — Авт.), в котором не содержится никакого выражения предвидения будущего»¹⁶. Недопустимость же такого представления вытекает из того, что «если бы природа действительного имела цель достигать кратчайшего пути, наименьшей затраты энергии, кратчайшего времени, то невозможно было бы понять как могут существовать системы, в которых эти цели хотя и достижимы, но постоянно терпят неудачу»¹⁷.

Таким образом, Герц со своих материалистических позиций полностью отвергает какие-либо телеологические домыслы, связываемые без должного обоснования с рассматриваемыми принципами.

Выведя далее Гамильтонову характеристическую и главную функции, Герц отмечает, что в них, по его мнению, «содержится только слегка завуалированный смысл прямейшего расстояния...»¹⁸.

Принцип Герца был бы просто частным случаем принципа Гаусса, если бы не заменил силы, действующие на систему, связями ее с другими системами, находящимися с ней во взаимодействии. Этим самым Герц как бы изучал только свободные системы. Для своего геометрического рассмотрения Герц должен был считать все массы как кратные некоторой условной единичной массе. Тогда, так как $m_r = 1$, $X = 0$, из Гауссова выражения (1) получим:

$$Z = \sum_{r=1}^n \ddot{x}_r^2. \quad (7)$$

Что, собственно, в этом случае означает верхний предел суммирования, остается неясным, так как число единичных масс не поддается точному определению.

Заменим теперь $\ddot{x}_r$ на $\frac{d^2 x_r}{ds^2} \frac{ds^2}{dt^2}$. Для этого введем по терминологии Герца элемент длины

$$ds^2 = \sum dx_r^2. \quad (8)$$

Элемент длины ds надо рассматривать как элемент длины в n -мерном евклидовом пространстве координат $x_1, \dots, x_n$, в котором элемент длины на самом деле имеет форму выражения (8). Так как закон сохранения энергии, который является следствием уравнений Лагранжа первого рода, а следовательно и принципа Гаусса, в данном частном случае приводит к выражению

$$\frac{1}{2} \sum \left(\frac{dx_r}{dt} \right)^2 = T$$

или

$$\left(\frac{ds}{dt} \right)^2 = \text{const},$$

то разделив выражение (7) на квадрат этой постоянной, получим

$$K = \sum \left(\frac{d^2 x_r}{ds^2} \right)^2.$$

¹⁶ Там же, § 364, стр. 178.

¹⁷ Там же, § 365, стр. 179.

¹⁸ Там же, § 417, стр. 196.

Герц назвал K кривизной траектории, описываемой системой, и постулировал, что для действительного движения

$$\delta K = 0, \quad (9)$$

т. е. «всякая свободная система пребывает в состоянии покоя или равномерного движения по прямейшему пути»¹⁹. Этот способ формулирования общего принципа механики можно рассматривать как естественное обобщение первой аксиомы Ньютона.

Зоммерфельд правильно отметил, что «механика Герца построена в высшей степени увлекательно и последовательно, но в силу сложности замены сил связями оказалась малопродуктивной»²⁰.

ПОНЯТИЕ «СИЛЫ» В МЕХАНИКЕ ГЕРЦА

Механику Герца часто называют «механикой без силы». Понятие силы, хотя и вводится Герцем²¹, однако оно не является основным, исходным понятием его механики. В этом состоит прежде всего резкое отличие механики Герца от обычного ее изложения. Сложность понятия силы в классической механике, абсолютизация его многими крайними ньютоновцами и заманчивая возможность объяснить силу движением некоторых (хотя бы и скрытых) масс привели многих физиков второй половины XIX в. к попыткам пересмотреть смысл и место понятия силы в системе механики.

Важнейшим стимулом в этом отношении было развитие континуарной физики поля, в первую очередь электромагнитного.

Классическое понятие силы, которое возникло из изучения непосредственного контакта (удара) двух масс, постепенно стало рассматриваться не как выражение взаимодействия тел в процессе движения, а как нечто не зависящее от движения материи. Физика поля, напротив того, по своему своему характеру подсказывала возможность рассматривать силу как вторичное понятие, выражающее взаимодействие среды (эфира) и весовых тел.

В том же направлении влияло и введение Гельмгольцем понятия скрытых масс и скрытых движений для отнесения не специфического, не укладывающегося в рамки обычной механики характера тепловых процессов. Естественно поэтому было попытаться отказаться в механике от сложного понятия силы как исходного понятия, положив в основу взаимодействие скрытых и наблюдаемых масс. Принципиально эта концепция была прогрессивной, так как стремилась выразить все основные понятия механики через движение масс, рассматриваемое как исходный пункт. Но в силу исторической ограниченности физики XIX в. в этой концепции характер и поведение скрытых объектов рассматривались как чисто механический комплекс взаимодействий. Кроме того, скрытые массы оставались скрытыми, непознаваемыми элементами этой картины, что неизбежно приводило к агностическим выводам.

Герц был не первым ученым, разрабатывавшим во второй половине XIX в. «механику без силы». До него это в наиболее отчетливой форме пытался сделать Кирхгоф. Кирхгоф не отвергал совершенно понятие силы, а только отказывал ему в первичности. «Механика, по нашему мнению, — говорил он, — должна черпать определения понятий, с которыми она действует, из одного лишь движения. Отсюда следует, что после введения систем сил, вместо простых сил, механика оказывается не в состоянии дать точное определение

¹⁹ H. Hertz. Die Principien der Mechanik in neuem Zusammenhange dargestellt. Gesammelte Werke, Bd. III, Leipzig, 1910, § 309, S. 162.

²⁰ А. Зоммерфельд. Механика, стр. 298.

²¹ H. Hertz. Die Principien. . . , § 455, стр. 208.

понятия силы»²². Однако всесторонне развил и последовательно изложил эту точку зрения только Герц.

Путь к исключению понятия силы подсказывает уже сама механика Галилея—Ньютона. Рядом с собственно силами, являющимися причинами изменения состояния движения, эта механика поставила другой вид сил, а именно силы условий связи системы, ограничивающие степени свободы движения последней. Направление этих сил определяется чисто геометрическими условиями, а величина остается, строго говоря, неизвестной.

Элементарная механика в обычном изложении смешивает эти два вида сил, рассматривая силы условий как собственно силы, величина которых вначале неизвестна. Она сводит, следовательно, силы ограничения движения к собственно силам. Однако уже в аналитической механике различие этих сил выступает очень резко, гораздо резче, чем в элементарной механике. В уравнениях аналитической механики силы условий движения имеют совсем другой вид, чем собственно силы, будучи определены только геометрическими условиями движения.

Герц поставил перед собой задачу, обратную той, которую так или иначе решает элементарная механика: нельзя ли все собственно силы свести к силам ограничения движений? Возможно, что вообще все наблюдаемые изменения скорости, которые не требуются как будто с точки зрения геометрических связей, вызваны на самом деле не силами, а именно какими-то, может быть еще не исследованными, геометрическими связями. Сама сила есть лишь способ описания этих связей, применимый при известных допущениях, но отнюдь не являющийся необходимым для однозначного и ясного научного познания мира.

Несмотря на то, что принцип Герца непосредственно применим только к свободным системам, мы можем применить его и к выводу дифференциальных уравнений движения несвободных систем. Действительно, поскольку всякую несвободную систему S_1 мы можем представить себе дополненной второй системой S_2 (системой скрытых масс) так, чтобы они вместе составили свободную систему $S \approx S_1, S_2$, то, применяя принцип Герца к свободной системе S и предполагая известным движение системы S_2 , а также связи систем S_1 и S_2 , мы сможем вывести уравнения движения несвободной системы S_1 . При таком способе представления движение любой несвободной системы S_1 определяется уже не особыми силами, а влиянием дополнительной системы S_2 (явной или гипотетической), которое передается системе S_1 посредством связей; иначе говоря, движение «ведомой» системы S_1 определяется движением «ведущей» системы S_2 . Далее вводится понятие силы как величины, характеризующей влияние системы S_2 на систему S_1 посредством «прямых» связей, исследуются свойства этих сил и доказывается тождественность их свойств известным свойствам ньютоновых сил.

Далее Герц конструирует свободную, так называемую консервативную систему S , представляя последнюю как совокупность двух систем, из которых одна S_1 состоит из обычных «наблюдаемых» масс, а вторая S_2 — из скрытых или «ненаблюдаемых» масс, совершающих «адиабатически-циклические» движения. Так как кинетическая энергия свободной системы S должна, как это вытекает из принципа Герца, сохранять свою величину $T = \text{const}$, то для свободной консервативной системы получаем:

$$T = T_1 + T_2 = \text{const}$$

(при этом предполагается, что T_1 является функцией только обобщенных скоростей системы S_1 , а T_2 — только скоростей системы S_2).

²² G. Kirchhoff. Vorlesungen über theoretische Physik. Bd. I, Mechanik, Leipzig, 1872, S. I.

Кинетическую энергию T_2 скрытой системы S_2 Герц называет «потенциальной» энергией консервативной системы S и показывает, что введенная таким образом «потенциальная» энергия обладает всеми свойствами потенциальной энергии обычных консервативных систем. Понятие о силе как о причине замедления или ускорения в механике Г. Герца исчезает бесследно. Сила, с точки зрения Герца, является только мерой переноса или взаимопреобразования движения между «прямо-связанными» системами. Загадочная потенциальная энергия консервативных систем обычной механики оказывается обычной кинетической энергией скрытых материальных систем. В основе действий, наблюдаемых между удаленными телами (планетами, например), лежит материальный процесс, протекающий в скрытых материальных системах, связывающих обычные или «наблюдаемые» системы. Механика Герца представляет в высшей степени ясную, внутренне непротиворечивую, математически обоснованную картину механики. Единственным недостатком этой картины является ее . . . плюзориность. Герц доказал лишь, что скрытые или адиабатически-циклические системы, дополняющие обычную систему до свободной, обладают всеми свойствами обычных консервативных систем. Но отсюда еще не следует, что реальные консервативные системы являются такими, какими они представляются в механике Герца.

Носителем скрытых циклических систем, по мнению Герца, является мировой эфир, но так как скрытым системам Герц приписывает общепринятые свойства механических движений, то эфир в механике Герца имеет характер чистой механической системы: частицам эфира приписываются свойства обычной инертной материи, обычные механические движения и кинетическая энергия, движения частиц эфира подчиняются законам классической механики и т. д.

Главный недостаток механики Герца не в ее конкретных механических конструкциях, а в универсализации развитой им интерпретации сил. Утверждение Герца, что мнимое действие сил на расстоянии сводится исключительно к процессам механического движения в наполняющей пространство среде, между мельчайшими частицами которой существуют неподвижные связи, было опровергнуто последующим развитием физики и, прежде всего, механикой Эйнштейна. Механическая теория эфира, на которой основана система Герца, оказалась несостоятельной.

Однако в некоторых важных идеях теории относительности и механики Герца имеется много общего. В теории относительности движение планет вокруг Солнца объясняется без привлечения действующих сил при помощи представления об инерции как о фундаментальном свойстве тел. Планеты движутся аналогично телам в механике Герца по кратчайшим линиям в римановом пространстве. В этом отношении отличие теории относительности от механики Герца состоит в том, что в первой материальные движущиеся тела определяют метрику пространства—времени, его геометрию, в то время как у Герца такое движение определяется кинематическими условиями, создаваемыми скрытыми массами системы.

* * *

Несмотря на всю свою историческую ограниченность, связанную с механистической картиной мира, механика Герца сыграла значительную роль в развитии одной из основных проблем физики — проблемы пространственно-временной формы движения материи.

Л. С. ПОЛАК

АЛЕКСАНДР МИХАЙЛОВИЧ ЛЯПУНОВ

(к 100-летию со дня рождения)

Сто лет прошло со дня рождения замечательного русского ученого А. М. Ляпунова. «Воспитанный сначала своим отцом, сотоварищем Н. И. Лобачевского по Казанскому университету. . . , проводивший свою юность в среде наиболее просвещенной части нашего тогдашнего общества, на умы которого еще продолжали влиять Н. А. Добролюбов и Н. Г. Чернышевский. . . , все силы он отдавал на беззаветное служение науке, ею он жил, в ней одной видел смысл жизни и часто говорил, что без научного творчества и сама жизнь для него ничего не стоит. . . Зачастую он так был поглощен своими научными размышлениями, что смотрел — и не видел, слушал и не слышал. . . За внешней сухостью и даже суровостью в А. М. Ляпунове скрывался человек большого темперамента с чуткой и, можно сказать, детски чистой душой. . . », — так характеризует А. М. Ляпунова знавший его долгие годы В. А. Стеклов¹.

Александр Михайлович Ляпунов родился 25 мая 1857 г. в г. Ярославле, где отец его М. В. Ляпунов был тогда директором Демидовского лицея.

Семья Ляпуновых была связана родственными отношениями с семьей известного физиолога И. М. Сеченова и с семьей академика А. Н. Крылова. Из оставшихся в живых трех сыновей М. В. Ляпунова Александр Михайлович был старшим, средний — Сергей Михайлович (1859—1924) — был известным композитором (учеником М. А. Балакирева), а младший — Борис Михайлович (1864—1942) — действительным членом Академии наук СССР по специальности славянской филологии.

Первоначальное образование А. М. Ляпунов получил у отца. В 1870 г. тринадцати лет Ляпунов поступает в третий класс Нижегородской гимназии и в 1876 г. с золотой медалью заканчивает гимназический курс. Осенью того же 1876 г. девятнадцатилетний Ляпунов поступает на первый курс физико-математического факультета Петербургского университета. Сначала Ляпунов избрал своей специальностью химию и мечтал работать под руководством Д. И. Менделеева. Однако уже через месяц после поступления в университет он подает прошение о переводе его на математическое отделение, мотивируя свое желание тем, что «всегда имел особенную склонность к наукам математическим».

¹ В. А. Стеклов. Некролог (Речь, произнесенная в публичном заседании Российской Академии наук 3 мая 1919 г.). «Изв. Росс. Акад. наук», сер. 6, 1919, т. XIII, № 1—11, стр. 367—388.

По математике он слушал лекции П. Л. Чебышева, который, по словам самого Ляпунова, «своими лекциями, а затем советами, оказал существенное влияние на характер последующей ученой деятельности. . .»².

Кроме Чебышева, на физико-математическом факультете в то время читали лекции его ученики — А. Н. Коркин, К. А. Поссе, Е. И. Золотарев. Кафедру механики возглавлял тогда Д. К. Бобылев. Из однокурсников А. М. Ляпунова известен, между прочим, Г. К. Суслов, впоследствии профессор теоретической механики в Киеве, а затем в Одессе.

Первые самостоятельные научные работы А. М. Ляпунов провел под руководством Д. К. Бобылева. В 1880 г. на четвертом курсе Ляпунов получил золотую медаль за работу на предложенную факультетом тему по гидростатике. На основании этой работы он написал и опубликовал свои две первые научные статьи³, в которых уточнялись условия и приводились новые строгие доказательства ранее неточно обоснованных теорем гидростатики.

По окончании университета в 1880 г. он по предложению Д. К. Бобылева был оставлен при кафедре механики. В 1882 г. Ляпунов закончил сдачу магистерских экзаменов и приступил к магистерской диссертации, которую и защитил в январе 1885 г. Эта диссертация, называвшаяся «Об устойчивости эллипсоидальных форм вращающейся жидкости», сделала имя Ляпунова известным в Европе.

В 1895 г. он был утвержден в звании приват-доцента и, получив предложение занять кафедру механики в Харьковском университете, переехал осенью того же года в Харьков. Здесь он в течение первых пяти лет преподавал все дисциплины, входившие в сферу деятельности кафедры механики, включая чтение лекций и практические занятия. С 1888 г. А. М. Ляпунов начинает печатать свои работы по вопросам устойчивости движений механических систем с конечным числом степеней свободы. В 1892 г. Ляпунов публикует ставшую его докторской диссертацией работу «Общая задача об устойчивости движения», которую он защитил в сентябре 1892 г. в Московском университете; оппонентами были Н. Е. Жуковский и В. Б. Млодзевский. Эта диссертация, так же как и магистерская, была переведена на французский язык.

Наиболее видными учениками Ляпунова в Харьковском университете были В. А. Стеклов, ставший впоследствии его другом, и Н. Н. Салтыков.

Зимой 1885/86 г. Ляпунов приезжает во время каникул в Петербург и женится на своей двоюродной сестре Наталии Рафаиловне Сеченовой, с которой возвращается в Харьков.

В 1893 г. Ляпунов был утвержден ординарным профессором.

Серьезное значение имела деятельность Ляпунова в Харьковском математическом обществе, в котором он с 1891 по 1899 г. занимал пост товарища председателя, а с 1899 г. по 1902 г. был председателем и редактором «Совещаний». Все свои работы этого периода, посвященные главным образом теории потенциала и теории вероятностей, он докладывал на заседаниях Общества. Занятие теорией вероятностей было лишь кратким эпизодом в научной работе Ляпунова, тем не менее и в этой области он добился результатов фундаментального значения. Им дано безупречное доказательство в весьма широких условиях центральной предельной теоремы, высказанной, но не

² «Материалы для биографического словаря действительных членов Академии наук», ч. 1, А—Л, Пг., 1915 (автобиография), стр. 430.

³ А. М. Л я п у н о в. О равновесии тяжелых тел в тяжелых жидкостях, содержащихся в сосудах определенной формы. «Журн. Русск. Физ.-Хим. Об-ва», СПб., 1881, т. XIII, вып. 5, стр. 197—238; вып. 6, стр. 243—307; Е г о ж е. О потенциале гидростатических давлений. Там же, вып. 8, стр. 249—376; см. также А. М. Л я п у н о в. Собр. соч., т. 1. Изд-во АН СССР, 1954, стр. 191—276.

доказанной полностью П. Л. Чебышевым; примененный в этом доказательстве метод является ныне одним из основных в теории вероятностей.

В 1900 г. А. М. Ляпунов избирается членом-корреспондентом Академии наук, а в ноябре 1901 г. — ординарным академиком по кафедре прикладной математики, остававшейся вакантной после смерти П. Л. Чебышева с 1894 г. Весной 1902 г. он переезжает в Петербург. В Петербурге Ляпунов уже не занимается педагогической деятельностью; его работы этого периода посвящены в основном теории фигур небесных тел, т. е. проблеме форм равновесия равномерно вращающейся жидкости, частицы которой взаимно притягиваются по закону Ньютона, и устойчивости этих форм.

В Петербурге Ляпунов вел замкнутый образ жизни, целиком посвятив себя научной работе. Круг его знакомых ограничивался Д. К. Бобылевым, А. Н. Коркиным, А. А. Марковым, К. А. Поссе, А. Н. Крыловым и В. А. Стекловым.

В 1908 г. Ляпунов был участником IV Международного математического конгресса в Риме. Он принимал также участие в издании полного собрания сочинений Л. Эйлера и был одним из редакторов восемнадцатого и девятнадцатого математических томов этого собрания.

Научные заслуги А. М. Ляпунова получили широкое признание. Он был почетным членом Петербургского, Московского, Харьковского, Казанского университетов, иностранным членом Академии dei Lincei в Риме, членом-корреспондентом Парижской Академии наук и членом ряда других научных обществ.

В конце июня 1917 г. Ляпунов вместе с женой, у которой обострился туберкулез легких, уехал в Одессу к брату Борису Михайловичу. К концу лета состояние здоровья Наталии Рафаиловны приняло угрожающий характер. Сознание близости смерти жены, которая угасала с каждым днем, надвигающаяся слепота, трудные материальные условия жизни — все это явилось причиной чрезвычайно мрачного состояния духа А. М. Ляпунова. Несмотря на это, он нашел в себе силы в сентябре 1918 г. по приглашению физико-математического факультета Одесского (Новороссийского) университета начать чтение курса «О форме небесных тел», посвященного изложению его последних работ.

31 октября 1918 г. скончалась Н. Р. Ляпунова. В тот же день А. М. Ляпунов выстрелил в себя и, не приходя в сознание, скончался 3 ноября в 5 часов дня.⁴

В научном творчестве Ляпунова можно выделить три главные проблемы: 1) устойчивость равновесия и движения механической системы с конечным числом степеней свободы, 2) существование фигур равновесия вращающейся жидкости, близких к эллипсоидальным, 3) устойчивость фигур равновесия вращающейся жидкости.

В многочисленных задачах прикладной механики, теории машин и механизмов при малых колебаниях систем, а в более широком смысле и в самых различных областях физики и механики ученых и инженеров интересует вопрос о том, в каких положениях некоторая система тел может находиться длительное время. Как известно, это может иметь место, если тело находится в состоянии равновесия. Однако в реальных условиях этого недоста-

⁴ Подробную биографию А. М. Ляпунова и очерк его научных трудов, принадлежащую академику В. И. Смирнову, см. в книге А. М. Л я п у н о в. Избранные труды. Изд-во АН СССР, 1948, стр. 325—450; там же помещена библиография работ А. М. Ляпунова, опубликованных в печати, материалы о его жизни и деятельности и перечень основной научной литературы, относящейся к работам А. М. Ляпунова, стр. 495—538. Интересную характеристику личности и творчества А. М. Ляпунова см. в некрологах А. Н. Крылова («Изв. Росс. Акад. наук», сер. 6, 1919, т. XIII, № 1—11, стр. 389—394; перепечатано в книге А. Н. Крылов «Мои воспоминания») и В. А. Стеклова (там же, стр. 367—388).

точно, так как всегда наблюдаются случайные внешние воздействия, возмущения, которые сообщают системе малые отклонения от состояния равновесия. Чтобы узнать, что произойдет дальше, надо исследовать, как ведет себя изучаемая система не в состоянии равновесия, а вблизи него.

При отклонении от положения равновесия действующие силы изменяются. Если в результате этого не возникает дальнейшего увеличения начальных отклонений, то система не уходит дальше от состояния равновесия. Такое состояние равновесия называется устойчивым.

В реальных условиях взаимодействия различных тел и систем тел длительное время может сохраняться только состояние устойчивого равновесия. Поэтому решение вопроса об устойчивости состояния равновесия так же важно, как и отыскание самих состояний равновесия. Аналогично может быть поставлен вопрос и об устойчивости движения.

В случае вращения в пространстве тяжелой жидкости вокруг некоторой оси (законы этого вращения имеют большое значение в космогонии) возникают два вопроса: 1) пространственные формы равновесия, которые может принимать вращающаяся жидкость; 2) устойчивость этих форм равновесия.

Этим чрезвычайно тонким, математически трудным и исключительно важным для теории и практики проблемам посвящены основные работы А. М. Ляпунова.

Математический подход Ляпунова к решению этих проблем прежде всего обусловлен тем, что он был ближайшим учеником П. Л. Чебышева и замечательным представителем созданной им Петербургской математической школы. Блестящая характеристика этой школы дана академиком В. И. Смирновым: «Одна характерная особенность Петербургской школы — это интерес к трудным конкретным задачам, которые естественно возникают в ходе развития науки и представляют принципиальный интерес. . . С другой стороны представители Петербургской математической школы живо интересовались приложениями математики к различным вопросам естествознания. . . Обе эти тенденции нашли яркое выражение в работах Ляпунова. Предметом его работ были всегда большие и принципиальные, но совершенно конкретные задачи механики, математической физики и теории вероятностей»⁵.

Требование точности математических рассуждений, ясности и отчетливости исходных определений всегда было характерно для творчества Ляпунова. Он сам говорит: «. . . если иной раз и возможно пользоваться неясными рассуждениями, когда желают установить новый принцип, который логически не вытекает из того, что было уже принято, и который по своей природе не может быть в противоречии с другими принципами науки, однако же непозволительно это делать, когда должны решать определенную задачу (из Механики или Физики), которая поставлена совершенно точно с точки зрения математической. Эта задача делается тогда проблемой математического анализа и должна решаться как таковая»⁶.

Интерес к проблемам, связанным с исследованием фигур равновесия вращающейся тяжелой жидкости и устойчивости этих фигур, был возбужден у Ляпунова Чебышевым, который предложил ему для разработки в магистерской диссертации следующую задачу (охарактеризовав ее при этом как математически крайне трудную, но именно поэтому заслуживающую изучения): «Известно, что при некоторой величине угловой скорости эллипсоидальные формы перестают служить формами равновесия вращающейся жидкости. Не переходят ли они при этом в какие-либо новые формы равно-

⁵ В. И. Смирнов. Очерк научных трудов А. М. Ляпунова. В книге: А. М. Ляпунов. Избранные труды, Изд-во АН СССР, 1948, стр. 341—342.

⁶ А. М. Ляпунов. Sur un théorème de Tchebycheff. «Записки Академии наук по физико-математическим наукам», сер. 8, 1905, т. XVII, № 3, стр. 3.

весия, которые при малом увеличении угловой скорости мало отличались бы от эллипсоидов»⁷.

Вопросом устойчивости фигур равновесия вращающейся жидкости в XIX в. до Ляпунова занимались Лиувилль и Риман. Лиувилль не опубликовал полностью своих исследований, однако из напечатанных им выдержек ясно, что он, как и Риман, анализировал вопрос об устойчивости эллипсоидов, лишь вводя специальные предположения о характере действующих возмущающих равновесие сил.

Ляпунов, развивая исследования Лиувилля, быстро нашел решение поставленной проблемы в первом приближении. Однако попытки Ляпунова построить ряд последовательных приближений и выяснить вопрос о сходимости такого процесса потерпели неудачу. Поэтому Ляпунов изменил направление своей работы и занялся вопросом устойчивости эллипсоидальных фигур равновесия вращающейся жидкости.

Проблема эта уже имела длительную историю. В своих «Математических началах натуральной философии» Ньютон показал, что однородная масса жидкости, находящаяся под действием центробежных сил и взаимного притяжения своих частиц, принимает форму сжатого эллипсоида вращения (при малой угловой скорости). В середине XVIII в. французский ученый Клеро в сочинении «Теория фигуры Земли, основанная на началах гидростатики», развивая исследование Ньютона в связи с результатами, полученными лапландской экспедицией Французской Академии наук, разработал общую теорию фигур равновесия неоднородной жидкости, находящейся в состоянии медленного вращения. Метод Клеро основан на произвольном допущении и по своему существу — приближенный; он не дает возможности построить последовательные приближения для получения точного решения задачи.

На грани XIX в. Лаплас в знаменитой «Небесной механике» дал два метода рассмотрения задачи о фигурах равновесия неоднородной жидкости. Один из этих методов, свободный от произвольного допущения, сделанного Клеро, состоит в расслоении неоднородной жидкости на бесконечно тонкие однородные слои. Этот метод дал ряд замечательных результатов, однако он не позволяет продвинуться дальше первого приближения в решении задачи и даже не представляет возможности сколько-нибудь уверенно оценить степень его точности.

В XIX в. ученые много занимались получением новых следствий из уравнений Клеро и Лапласа и сравнением выводов, которые вытекают из них, с результатами астрономических и геодезических измерений, оставаясь почти целиком в кругу их идей. Ляпунов же по-новому исследовал вопрос об устойчивости эллипсоидальных фигур вращающейся жидкости.

В 1885 г. он защитил при Петербургском университете магистерскую диссертацию «Об устойчивости эллипсоидальных форм вращающейся жидкости». В этой работе рассматривался вопрос об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия однородной несжимаемой жидкости, равномерно вращающейся вокруг некоторой оси. Однако уже здесь в одном из тезисов было указано на возможность построения близких к эллипсоидальным фигур равновесия.

Когда Ляпунов уже готовил к печати свою магистерскую диссертацию, вышло в свет новое издание книги Томсона и Тэта «A Treatise on Natural Philosophy», где также затрагивался изученный Ляпуновым вопрос. Ляпунов немедленно переработал свое исследование с учетом положений Томсона и Тэта.

Трудность задачи состояла в том, что нельзя было непосредственно пере-

⁷ А. М. Ляпунов. О форме небесных тел. Избр. труды, стр. 314.

носить на случай сплошной среды, где число степеней свободы делается бесконечным, критерий устойчивости Лагранжа для систем с конечным числом степеней свободы (этот критерий требует для равновесия такой системы минимума потенциальной энергии). Именно поэтому существенно важным моментом диссертации Ляпунова явилось определение понятия устойчивой формы равновесия вращающейся жидкости. А. М. Ляпунов, осветив трудности задачи устойчивости для сплошной среды, отмечает, что для преодоления этих трудностей надо определить устойчивую форму равновесия как такую, «для которой после сообщения движению жидкости достаточно малых возмущений форма жидкости остается насколько угодно мало отличающейся от этой формы равновесия, по крайней мере до тех пор, пока на поверхности жидкости не образуется насколько угодно тонких нитеобразных или листообразных выступов»⁸. Подчеркнутая самим Ляпуновым оговорка имеет тот смысл, что нитеобразные или листообразные выступы могут иметь большие линейные размеры, но быть малыми по объему, а следовательно, заключать в себе малую энергию.

Пуанкаре, повторив в письме к Ляпунову⁹ приведенное определение и назвав эти выступы «морщинами», попросил Ляпунова разъяснить смысл формулировки. Разъяснения Ляпунова вполне удовлетворили Пуанкаре. Реферат магистерской диссертации Ляпунова, опубликованной в 1884 г. на русском языке, был напечатан в «Bulletin astronomique» в 1885 г., а затем была переведена и вся диссертация.

Много лет спустя, в 1908 г., Ляпунов вернулся к теме своей магистерской диссертации в статье «Задача минимума в вопросе устойчивости фигур равновесия жидкой вращающейся массы»¹⁰. В этой работе он развил и уточнил свои прежние исследования. Им рассмотрена устойчивость неэллипсоидальных фигур равновесия для однородной жидкости, близких к эллипсоидальным фигурам равновесия, существование которых к этому времени Ляпуновым было строго установлено. В этой же работе он подробно обсудил ряд принципиальных вопросов, связанных с определением устойчивости формы равновесия вращающейся жидкости. Вот что писал об этой работе Ляпунова в письме к нему известный французский ученый П. Дюэм, читавший курс на эту же тему в Сорбонне: «Милостивый государь и дорогой коллега, я только что получил Вашу новую работу об устойчивости жидкой, вращающейся массы. Позвольте мне горячо поблагодарить Вас за это. К моей благодарности я хотел бы присоединить выражение моего восхищения силой Вашего анализа; но не покажется ли Вам мое восхищение дерзким? Я не в состоянии иметь о Ваших работах компетентное мнение. . . Я изучаю в настоящее время и излагаю в своем курсе Ваши общие теоремы об устойчивости. . . я не сумею Вам сказать, насколько восхищают меня эти теоремы»¹¹. Заметим, что в этой окончательной работе так называемый принцип Томсона и Тэта не сыграл никакой роли, так как Ляпунов в ней использовал непосредственно закон сохранения энергии.

Докторская диссертация А. М. Ляпунова «Общая задача об устойчивости движения»¹² посвящена исследованию различных вопросов, связанных

⁸ А. М. Ляпунов. Об устойчивости эллипсоидальных форм равновесия вращающейся жидкости. СПб., 1884, стр. VII.

⁹ Письмо от 26. XI 1886 г. Архив АН СССР, ф. 257, оп. 2, № 24, л. 2.

¹⁰ А. М. Ляпунов. Problème de minimum dans une question de stabilité des figures d'équilibre d'une masse fluide en rotation. «Зап. Акад. наук по физ.-мат. отд.», сер. 8, 1908, т. XXII, № 5, стр. 1—140.

¹¹ Письмо от 9. V. 1909. Архив АН СССР, ф. 257, оп. 1, № 10, лл. 2—3.

¹² А. М. Ляпунов. Общая задача об устойчивости движения. Харьков, 1892; первая глава этой работы напечатана в уже цитированной книге: А. М. Ляпунов. Избранные труды, стр. 7—96. Переведена в 1908 г. на французский язык в «Ann. de faculté des sciences de l'Univ. de Toulouse», sér. 2, 1908, t. IX, p. 203—474.

с устойчивостью равновесия и движения для случая механических систем с конечным числом степеней свободы. Рассматривается устойчивость движения по отношению к возмущениям в начальных данных задачи. Математически все исследование связано с решением ряда проблем теории систем обыкновенных дифференциальных уравнений. По этим вопросам Ляпунов опубликовал несколько работ, среди которых центральное место занимает докторская диссертация.

Одним из основных известных положений теории устойчивости механических систем с конечным числом степеней свободы является существование устойчивости изолированного положения равновесия в случае, если потенциальная энергия системы имеет минимальное значение. Этот результат был сформулирован Лагранжем, и строгое и простое доказательство этого положения дано Дирихле. Естественно возникал вопрос об обратной теореме, т. е. если в положении равновесия потенциальная энергия не имеет минимума, можно ли утверждать, что положение равновесия неустойчиво. При некоторых дополнительных предположениях это было доказано А. М. Ляпуновым в одной из его работ¹³. Во всей своей общности вопрос этот не исследован и до настоящего времени.

В петербургский период творчества Ляпунов вновь вернулся к проблемам существования и устойчивости фигур равновесия вращающейся жидкости.

Он исследовал эту проблему с невиданной глубиной, всесторонностью и математической точностью. «Даже с внешней стороны серия мемуаров и отдельно изданных книг (Ляпунова. — Авт.) по вопросу о фигурах равновесия вращающейся жидкости поражает своей грандиозностью, — пишет замечательный русский математик, ученик и друг Ляпунова В. А. Стеклов. — Эти сочинения содержат более 1000 страниц большого формата, причем некоторые из них дают лишь окончательные результаты громадного количества различного рода вычислений, которые и сами по себе представляют большой интерес во многих отношениях, но не вошли в печатный текст. . .»¹⁴.

Еще в XVIII в. Маклорен показал, что свободно вращающаяся в пространстве несжимаемая жидкость под влиянием центробежных сил должна принимать форму эллипсоида вращения. В 30-х годах XIX в. К. Якоби занялся этим вопросом в связи с утверждением Понтекулана, что фигурами равновесия могут быть только тела вращения, и показал, что это утверждение в общем случае неверно.

Во второй половине XIX в. А. Пуанкаре, пользуясь методом Лапласа, исследовал ряд вопросов, связанных с фигурами равновесия вращающейся жидкости, близкими к эллипсоидальным, но методы его не отличались достаточной математической строгостью, что для рассматриваемой проблемы было чревато возможностью многих ошибок.

А. М. Ляпунов поставил и решил задачу в таком виде, который исключал всякие сомнения в точности полученных результатов. В связи с сделанными им выводами возникла полемика между ним и английским астрономом Дж. Дарвином об устойчивости так называемых грушевидных фигур равновесия. Такие фигуры получаются при некоторых условиях вращения жидкости. Пользуясь неточными приближенными методами, развитыми Пуанкаре, Дж. Дарвин пришел к неправильному выводу об их устойчивости, в то

¹³ А. М. Ляпунов. Sur l'instabilité de l'équilibre dans certains cas où la fonction de forces n'est pas un maximum. «Journ. de mathém. pures et appl.», sér. 5, 1897, t. III, pp. 81, 94.

¹⁴ В. А. Стеклов. Александр Михайлович Ляпунов, 1857—1918. Некролог. «Изв. Росс. Акад. наук», 1919, т. 13, № 1—11, стр. 379.

время как Ляпунов, проведя строгое математическое исследование, пришел к неопровержимому выводу о неустойчивости грушевидных фигур.

Ошибка Дж. Дарвина имела свои корни в том, что при употреблении метода последовательных приближений и рядов он не исследовал сходимость этих рядов или, по крайней мере, величину погрешности, получаемой при таких приближенных вычислениях.

На основании этой якобы доказанной им устойчивости грушевидных форм Дж. Дарвин построил свою космогоническую гипотезу и продолжал настаивать на своем, поскольку, как указывает Пуанкаре¹⁵, «чтобы решить вопрос до конца надо было бы вновь начать вычисление, но это вычисление исключительно сложно». В 1912 г. Ляпунов полностью опубликовал свои вычисления, и все сомнения в его правоте должны были бы исчезнуть. Однако, упорно цепляясь за неверные результаты Дж. Дарвина, многие западноевропейские ученые признали правоту Ляпунова только в 1917 г., когда вышла в свет работа Джинса, в которой он объяснял ошибку в вычислениях Дж. Дарвина.

Труды Ляпунова по устойчивости насыщены математическими методами, он как бы мимоходом вводит в употребление неизвестные ранее средства математического анализа, затрагивая самые различные области математических наук.

В этом цикле работ Ляпунов впервые в истории науки не только добился четкого определения понятия устойчивости, но и создал строгий аппарат исследования устойчивости (метод полной интеграции). Он показал, в каких случаях имеют значение результаты, полученные ранее методом приближений, и выявил также те особые случаи, в которых первое приближение ничего не может дать для решения вопроса об устойчивости движения. Мировая наука заслуженно присвоила его теории название «Теория устойчивости по Ляпунову».

Круг идей и направление, созданное Ляпуновым, развивали многие советские ученые: Н. Г. Четаев, Л. Н. Сретенский, И. Г. Малкин и другие. Идеи и методы, заключенные в работах Ляпунова, далеко не исчерпаны и еще долго будут оплодотворять научные искания.

¹⁵ H. Poincaré. Leçons sur les hypothèses cosmogoniques. Paris, 1911.

О. А. СТАРОСЕЛЬСКАЯ-НИКИТИНА

РОЛЬ АНРИ ПУАНКАРЕ В СОЗДАНИИ ТЕОРИИ ОТНОСИТЕЛЬНОСТИ

Отмечавшееся не так давно столетие со дня рождения одного из крупнейших французских математиков и физиков — Анри Пуанкаре — вызвало ряд новых попыток дать оценку его многообразной деятельности. Характеристику творчества Пуанкаре в области теоретической физики дал Луи де Бройль в своем докладе Французскому Астрономическому обществу¹.

Сосредоточив внимание на вопросе об «отношении А. Пуанкаре к физической теории», Л. де Бройль, естественно, должен был хотя бы кратко коснуться философских, гносеологических взглядов А. Пуанкаре, что он и сделал, хотя менее обстоятельно и точно, чем того заслуживает этот важный вопрос методологии и истории естествознания. Совершенно естественно также, что, вскрывая влияние, которое оказали философские взгляды Пуанкаре на его работы в области физических теорий, Л. де Бройль особое внимание уделил роли Пуанкаре в создании теории относительности. Именно на этом характерном примере видно, что философские предпосылки Пуанкаре могли «привести к унынию, к оскудению мысли...», сделать самого Пуанкаре «до некоторой степени бесплодным в его исследованиях по теоретической физике»².

Вполне присоединяясь к этому выводу крупнейшего современного французского физика и историка физики, а также к его положению о том, что «точка зрения Анри Пуанкаре представляет некоторую опасность, поскольку она внушает неоправданный скептицизм по отношению к научным теориям»³, мы позволим себе в настоящей статье несколько развить и обосновать это положение. Это тем более уместно сделать в настоящее время, так как в связи с пятидесятилетней годовщиной создания теории относительности очень важно оценить по заслугам роль крупных физиков, которые своими работами подготовили почву для появления самой теории и ее существенных следствий.

О значении работ Анри Пуанкаре в развитии одной из важнейших физических теорий до настоящего времени в истории физики не установилось единого мнения. Чрезвычайно веские и глубокие причины этого становятся особенно ясными при одновременном изучении деятельности в этой области Пуанкаре и Поля Ланжевена, внесшего также несомненно вклад в создание теории относительности, страстного борца за ее идеи. Такое изучение приводит к мысли о том, что ошибочные философские предпосылки относительно научных теорий и принципов в значитель-

¹ L. de Broglie. Henri Poincaré et les théories de la Physique. «Astronomie», 1954, p. 217—229.

² Там же, стр. 223—224.

³ Там же, стр. 224.

ной степени помешали Пуанкаре своевременно завоевать признание его открытиям в теории относительности.

В чем же состояли эти открытия Пуанкаре, когда и где они получили признание, какие элементы его теории познания и общеполитических взглядов помешали ему сразу понять все значение, весь физический смысл той революции, в которой он сам участвовал?

* * *

К началу XX в. А. Пуанкаре — член Парижской Академии наук по секции математики. С 1886 г. он блестяще читал в Сорбонне курс математической физики. В это время Пуанкаре уже пользовался громадным авторитетом и влиянием в широких кругах европейских физиков. Именно ему была предоставлена честь первому выступить на I Международном конгрессе физиков в Париже в 1900 г. Его доклад «Об отношении между экспериментальной и математической физикой»⁴ уже в значительной мере носил теоретический, гносеологический характер: в нем были заложены основы тех идей, которые он развивал в дальнейшем в своих широко известных работах — «Гипотеза и наука» (1902) и ряде других, о которых будет сказано ниже.

Невиданная быстрота развития экспериментальной и теоретической физики под влиянием крупнейших открытий конца века вынуждала, с одной стороны, ломать прежние представления, подчас принципиального значения, а с другой стороны, наталкивала на смелые гипотезы для устранения противоречий с основными, считавшимися до тех пор незыблемыми принципами физической науки. Все это побудило А. Пуанкаре попытаться найти основы для критического пересмотра и обоснования физики как строгой науки, базирующейся на эксперименте и на математических методах доказательств положений. Эта важная сама по себе задача приобретала еще большее значение вследствие необходимости противопоставить философски обоснованное признание силы и роли точных наук скептицизму широких кругов неспециалистов — философов, писателей и т. п., которые, подобно Брюнетьеру, готовы были провозгласить «крушение науки». В своем докладе Пуанкаре сказал: «Публика поражена эфемерностью научных теорий... и делает вывод об их абсолютной бесполезности. Это она называет «крушением науки»⁵.

Однако А. Пуанкаре уже в этом выступлении обнаружил значительное «шатание мысли» в высказываниях, «особенно сбивчивых и непоследовательных...» по вопросу об объективности физики и науки вообще⁶.

В труде «Материализм и эмпириокритицизм» В. И. Ленин путем глубочайшего анализа борьбы различных направлений «физического» идеализма против материализма, борьбы, вспыхнувшей под влиянием нового прогресса науки, вскрыл с поразительной отчетливостью сущность этих различных течений, их точки соприкосновения и расхождения, показал, в каком отношении они стоят к основным линиям философии. Особенно отчетливо В. И. Ленин доказал, что ошибка махизма вообще и махистской новой физики состоит в том, что игнорируется «основа философского материализма и различие материализма метафизического от материализма диалектического»⁷. Эта основа заключается в признании единственного свойства материи быть объективной реальностью. Ленин первый показал, в частности, что Пуанкаре — «крупный физик», но «мелкий философ» и что по сути дела

⁴ H. Poincaré. Relation entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique. Rapports présentés au Congrès international de Physique... à Paris en 1900. P., vol. 1, pp. 1—29.

⁵ Там же, стр. 14.

⁶ В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14, стр. 41.

⁷ Там же, стр. 247—248.

его теория «сводится к отрицанию (хотя он далеко не последователен) объективной реальности и объективной закономерности природы»⁸, отображаемой человеческим сознанием и независимой от него. Именно это отразилось на методологических положениях Пуанкаре, на его высказываниях и оценках, касающихся науки вообще, в том числе физики, и, в частности, проблем теории относительности.

В своей известной лекции «О единстве физической картины мира» Макс Планк попытался дать историческое объяснение того успеха, которым пользовались в то время гносеологические идеи Маха. Это была своего рода реакция против тех гордых ожиданий, которые возлагались прошлым поколением после открытия закона сохранения энергии на чисто механистическое мировоззрение. Планк не отрицал того, что эти ожидания привели к некоторым научным достижениям высокого значения, хотя бы в создании кинетической теории газов; но, взятые в целом, они оказались преувеличенными и «философским осадком неизбежного отрезвления и явился позитивизм Маха»⁹.

Противоречивые высказывания А. Пуанкаре по вопросам научной теории, действительно, с самого начала давали повод позитивистам различных оттенков причислять его к своим сторонникам. Особенное одобрение выражал ему не раз Мах, хотя порой, как, например, в своем «Докладе» 1900 г., Пуанкаре, казалось, именно от него отмежевывался, говоря: «И пусть мне не заявляют, что я схожу таким образом физические теории до роли простых практических рецептов; уравнения выражают отношения, и если уравнения остаются верны, то именно потому, что отношения сохраняют свою реальность... Уравнения говорят о связи между чем-то; это нечто мы раньше называли движением, теперь мы его называем электрическим током»¹⁰.

Здесь имеется признание объективной реальности природы, но в дальнейшем Пуанкаре в духе эмпириосимволизма признает наши представления о природе лишь «образами, подставленными вместо реальных объектов, которые природа будет вечно скрывать от нас»¹¹. Так, по определению В. И. Ленина: «На ту же дорожку агностицизма сбивается постоянно из французских писателей... Анри Пуанкаре...»¹².

Несколько позднее, уже в полном согласии с позитивистами типа Маха, Пуанкаре провозглашает и самое существование внешнего мира лишь «удобной гипотезой» и тем лишает себя единственно правильного критерия — объективной реальности мира — для суждения о ценности научных теорий, гипотез, принципов. В книге «Гипотеза и наука» он пишет: «Цель всякой математической теории состоит не в определении истинной природы вещей; этого бесполезно ожидать от нее. Единственное назначение — это расположить в известной связи физические законы, добытые опытным путем, но не могущие быть даже точно выраженными без помощи математики. Нас мало касается, существует ли в действительности эфир, это дело метафизиков; но для нас важно, чтобы все шло таким образом, как если бы эфир существовал на самом деле, да чтобы выбранная нами гипотеза была удобна для объяснения явлений. Да в конце концов, какое имеем мы право доверять существованию материальных объектов? Ведь это также не более, как удобная гипотеза...»¹³.

Луи де Бройль, признающий объективную реальность, не может пройти мимо этого отношения Пуанкаре к физическим теориям, но определяет

⁸ В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14, стр. 152.

⁹ М. Планк. Картина мира новой физики. «Естествознание и марксизм», 1929, № 4, стр. 3.

¹⁰ H. Poincaré. Relation entre la Physique expérimentale et la Physique mathématique... p. 15.

¹¹ Там же.

¹² В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм. Соч., т. 14, стр. 152.

¹³ А. Пуанкаре. Гипотеза и наука. М., 1903, стр. 141.

его как «номпнализм» или «коммодизм». Как его ни называть, его следует оценить как субъективно-идеалистическое, полностью совпадающее с махистским принципом «удобства» или «экономии мышления». Его определяют также как «конвенционализм», поскольку даже аксиомы геометрии рассматриваются Пуанкаре как «соглашения», «конвенции». Раскрывая подробнее существо того, что он называет «номпнализмом» Пуанкаре, Л. де Бройль пишет: «Пуанкаре даже доходит до того, что считает принципы физических наук своего рода соглашениями, которые всегда могут быть проверены независимо от экспериментальных данных посредством более сложных гипотез, если это будет сочтено полезным»¹⁴.

Напомним далее, что таким же «соглашением», «условленностью», принятой лишь в силу ее удобства, Пуанкаре считал даже теорию вращения Земли, Луи де Бройль отмечает, что «номпнализм приводит временами Пуанкаре к забвению того факта, что среди логически возможных теорий существуют все же такие, которые ближе к физической реальности, лучше, во всяком случае, соответствуют интуиции физика и тем самым более способны содействовать успешности его усилий»¹⁵.

Поэтому Л. де Бройль считает необходимым «внести некоторые оговорки» в «номпнализм» Пуанкаре, поскольку «естественным завершением его была бы точка зрения на науку как на искусственное построение, являющееся в значительной степени созданием человеческого ума»¹⁶.

Все дело в том, что Пуанкаре именно до этого иногда и договаривался, и не удивительно, что за эти шатания тогда же «ухватились» представители реакционных, фидеистических течений, подобные Э. Ле Руа, и объявили Пуанкаре «своим». Пуанкаре «устыдился» и попытался отмежеваться от них. Продолжая считать, что в этих вопросах имеется «много оснований для скептицизма», он все же полагал, что не следует его доводить до конца, т. е. до номинализма, каковым является, по его мнению, «учение» г. Ле Руа. При этом Пуанкаре справедливо добавлял, что это учение не только номиналистично, но и «антиинтеллектуалистично» вследствие влияния г. Бергсона¹⁷.

В полемике с этим явно антинаучным течением Пуанкаре придерживался философской теории концептуализма, которая якобы «разрушила» материализм. Однако, по меткому замечанию В. И. Ленина, эта теория «при первом же натиске фидеизма спасается под крылышко материализма! Ибо, — поясняет Ленин, это чистейший материализм, если вы считаете, что ощущения вызываются в нас реальными предметами и что «вера» в объективность науки такова же, как «вера» в объективное существование внешних предметов. . . Но основоположник новейшего эмпириосимволизма через пять страниц уже вещает: «Все, что не есть мысль, есть чистое ничто; ибо мы не можем мыслить ничего, кроме мысли»¹⁸.

Подобные же колебания, скептицизм и ошибочные гносеологические предпосылки можно проследить у Пуанкаре в период разработки им теории относительности. Приводимые ниже некоторые из многочисленных высказываний Пуанкаре совершенно убедительно говорят о том, почему он в своих открытиях не дошел до конца, не придавал им того значения, которое они имели, и, наконец, не стремился отстоять их как истину, приближающую науку к познанию реальной действительности.

¹⁴ L. de Broglie. Henri Poincaré et les théories de la Physique. «Astronomie», 1954, p. 222.

¹⁵ Там же, стр. 223.

¹⁶ Там же.

¹⁷ А. Пуанкаре. Ценность науки. М., 1906, стр. 150.

¹⁸ В. И. Ленин. Материализм и эмпириокритицизм, стр. 279.

* * *

Проследим деятельность Пуанкаре в решающие годы создания специальной теории относительности. В 1902 г. в обзоре состояния физики Пуанкаре правильно отмечал несомненный прогресс науки, но, по его мнению, лишь «с первого взгляда», поскольку «самая удовлетворительная из теорий» — электронная теория Лоренца — еще имеет крупный недостаток: она противоречит принципу равенства действия и противодействия. Мы видим, что Пуанкаре вскрывает трудности электродинамики движущихся тел в канун создания теории относительности. Но он призывает не торопиться решить задачу: «. . . мы всегда можем найти какое-нибудь механическое объяснение, если только захотим. Это мы всегда успеем сделать. . .», — заявляет он¹⁹.

На Международном конгрессе в Сент-Луисе (США, сентябрь 1904 г.) представители Франции А. Пуанкаре и П. Ланжевэн выступали уже после появления классической работы Лоренца²⁰. Доклад Ланжевэна был построен не только на основе этих новых достижений Лоренца в теории электродинамики движущихся тел; он излагал результаты, полученные им в процессе исследовательской и преподавательской работы в Коллеж де Франс и большей частью опубликованные лишь в 1905 г. Анализ доклада Ланжевэна «Физика электронов», в свете его оригинальных трудов этого исключительно плодотворного для него периода, убеждает в том, что и в области создания предпосылок для теории относительности Ланжевэн был в первых рядах и сделал немало ценного в разработке конкретных физических проблем. Здесь мы отметим только, что он еще со времени своей диссертации смело отстаивал ту точку зрения, что законы классической механики, «точные только в первом приближении», не применимы для описания движений заряженных частиц. Детально изучив энергетический баланс электромагнитного поля, излучаемого движущейся заряженной частицей, Ланжевэн решительно отстаивал ту «новую точку зрения», что все эти явления «могут быть поняты независимо от классической механики с ее априорным фундаментальным понятием массы, как скалярной абсолютной величины». Что касается А. Пуанкаре, то он, по свидетельству Ланжевэна, «смотрел с некоторым беспокойством на то, как заколебалось. . . старое здание ньютоновской динамики, которое он еще недавно увенчал своими замечательными работами о проблеме трех тел и форм равновесия небесных тел»²¹.

Мы вскоре убедимся, что это наблюдение Ланжевэна абсолютно верно и проливает дополнительный свет на роль Пуанкаре в создании теории относительности, при определении которой необходимо учитывать не только философские предпосылки и те или иные влияния, но и психологию творчества ученого. Ланжевэн тут же добавлял, вспоминая о своих беседах с Пуанкаре, когда они после конгресса вдвоем путешествовали по равнинам Северной Америки: «Но, если энтузиазм Пуанкаре был более сдержанным, продуманным, чем мой, он, как и все мы, лихорадочно стремился вступить в совершенно новый мир»²².

В 1905 г. в июньском номере журнала Парижской Академии наук, т. е. одновременно с появлением первой статьи А. Эйнштейна, Пуанкаре опубликовал результаты, к которым он пришел в исследовании «Динамики электрона», сделав решительный вывод: «По-видимому, эта невозможность

¹⁹ А. Пуанкаре. Гипотеза и наука, стр. 118.

²⁰ Г. Лоренц. Электромагнитные явления в системе, движущейся с любой скоростью, меньшей скорости света. «Принцип относительности. Сборник работ классиков релятивизма». Л., 1935, стр. 16.

²¹ P. Langevin. L'oeuvre d'Henri Poincaré. Le physicien. «Rev. de Métaphys. et de Morales», Sept. 1913, p. 702; «Henri Poincaré. L'oeuvre scientifique. L'oeuvre philosophique». P., 1914, p. 266.

²² Там же.

доказать абсолютное движение является общим законом природы»²³. Следовательно, отпадает попытка объяснить приоритет Эйнштейна ссылкой на то, что Пуанкаре опубликовал свой труд в мало известном физикам математическом итальянском журнале, вышедшем в свет в 1906 г., вследствие чего статья его фактически оказалась незамеченной²⁴. В отличие от статьи в журнале Парижской Академии наук, в итальянском журнале более развернуто изложены результаты исследования и еще более решительно говорится об указанном общем законе, которому Пуанкаре дает название «постулата». «... Мы естественно приходим к тому, — пишет он, — чтобы принять этот закон, который мы назовем постулатом относительности, и принять без оговорок»²⁵.

Уже в докладе Г. Минковского от 1908 г., опубликованном, однако, лишь в 1915 г.²⁶, заслуга разработки общего принципа относительности была признана за Эйнштейном, Пуанкаре и Планком.

Между тем, в статье, опубликованной в итальянском журнале, Пуанкаре не только сформулировал принцип относительности, доказал инвариантность уравнений Максвелла, получил преобразования, удовлетворяющие принципу относительности (исправив неточность, имевшуюся у Лоренца), показал, что эти преобразования, названные им лоренцовыми, образуют группу, но и нашел законы преобразования плотности тока заряда и напряженностей электрического и магнитного полей. Более того, он впервые, за два года до Минковского, ввел мнимую координату времени, истолковав преобразования Лоренца как поворот в пространстве четырех измерений. Он установил, как это отмечено и Луи де Бройлем, теорему сложения скоростей в релятивистской форме. Далее, он первым попытался согласовать с принципом относительности и теорию тяготения.

Результаты Пуанкаре, несомненно, имели право на всеобщее признание, наряду с результатами Лоренца и Эйнштейна. Однако этого не произошло. В 1913 г. в крупном немецком издательстве вышел сборник работ классиков релятивизма под редакцией видного теоретика А. Зоммерфельда, в котором были опубликованы лишь работы Лоренца, Эйнштейна и Минковского²⁷. Мало того, сам Лоренц в примечании к переизданию своих статей в 1912 г., отмечая, что ему не удалось в полной мере получить формы преобразования теории относительности Эйнштейна и что этим объясняется беспомощность некоторых дальнейших рассуждений в его (Лоренца) основной работе, писал следующее: «Заслуга Эйнштейна состоит в том, что он первый высказал принцип относительности в виде всеобщего строго и точно действующего закона»²⁸.

Разобраться в этом вопросе помогают высказывания самого А. Пуанкаре, а также некоторые имеющиеся оценки его исследований в области теории относительности.

Напомним, что вслед за упоминавшейся выше статьей П. Ланжевена в сентябрьском номере журнала «Revue de Métaphysique et de Morale» за 1913 г., посвященной памяти А. Пуанкаре, где были конкретно показаны его заслуги в области теории относительности, В. Паули в историческом обзоре (1921 г.) также ставил работы Пуанкаре в один ряд с работами Лоренца и Эйнштейна.

²³ «C. R. Acad. Sci. 140, 1905, p. 1504.

²⁴ Сб. «Принцип относительности...», стр. 367.

²⁵ Там же, стр. 51—52.

²⁶ Там же, стр. 368.

²⁷ «Lorenz. Einstein. Minkowski. Relativitätsprinzip». Leipzig u. Berlin, 1913.

²⁸ Сб. «Принцип относительности...», стр. 23; Г. А. Лоренц. Теория электронов. Изд. 2-е. Русск. пер. под. ред. Т. П. Кравца. М., 1954.

Паули отметил, что в изложении кинематических следствий теории относительности Пуанкаре первым применил мнимую координату времени при изложении четырехмерного пространственно-временного мира²⁹. Он же отметил, что и в области электродинамики у Пуанкаре также имеется вывод о компонентах четырехмерного вектора («трехмерный ток»)³⁰.

В изданный в СССР по случаю тридцатилетия теории относительности «Сборник классиков релятивизма» (1935 г.) работа Пуанкаре с полным основанием была включена наряду с работами Лоренца, Эйнштейна и Минковского; его выводы были резюмированы в современных терминах и сделан следующий вывод: «статья Пуанкаре с формальной точки зрения содержит в себе не только параллельную ей работу Эйнштейна, но в некоторых своих частях и значительно более позднюю — почти на три года — статью Минковского, а отчасти даже превосходит последнюю»³¹. Мы позволим себе подчеркнуть в данной цитате признание того, что эта статья приравнивается к эйнштейновской именно с формальной ее стороны. Та же мысль содержится в замечании о том, что даже «избранным теоретикам работа Пуанкаре на первых порах могла показаться рядом до некоторой степени чисто формальных математических преобразований, тогда как статья Эйнштейна сразу указывала на вытекающую из вновь открытых закономерностей необходимость пересмотреть наши основные физические представления о времени и пространстве»³².

Еще Минковский справедливо заметил: «То обстоятельство, что постулат относительности является не искусственной гипотезой, но новым пониманием времени, к которому нас вынуждают явления природы, было до настоящего времени в наиболее резкой форме показано Эйнштейном»³³.

Приводимые ниже высказывания и доклады Пуанкаре обзорного характера дают, как нам представляется, право предполагать, что он действительно лишь формально разработал некоторые следствия провозглашенного им постулата относительности, не имея той смелости, чтобы придать им реальный физический смысл, которую проявил Эйнштейн, а также Минковский, Ланжевен и ряд других физиков. Пуанкаре не только сам не пришел сразу к полному пониманию сложных следствий релятивистской связи пространства и времени, но и долгое время игнорировал выводы указанных ученых в своих работах, выступлениях и обзорах.

Не понял и не принял Пуанкаре и важнейшего следствия специальной теории относительности, которое почти одновременно, независимо друг от друга, вывели Эйнштейн и Ланжевен³⁴ о том, что «масса тела есть мера содержания энергии в этом теле» (Эйнштейн). В то время, как Ланжевен уже в Сент-Луисе (1904 г.) был уверен во всеобщности радиоактивных явлений, Пуанкаре и в 1906 г. в своем выступлении, посвященном памяти Пьера Кюри, высказал надежду, что открытия, связанные с радиоактивностью, не нарушат привычного нам понятия «элемент». Это отмечает также и Л. де Бройль: «Пуанкаре не отважился сделать решающий шаг; он предоставил Эйнштейну славу вывести все следствия из принципа относительности и в особенности... уяснить истинный характер той связи, которую принцип относительности устанавливает между временем и пространством»³⁵.

²⁹ В. Паули. Теория относительности. Пер. с нем. М.—Л., 1947, стр. 9—13.

³⁰ Там же, стр. 116.

³¹ Сб. «Принцип относительности...», стр. 367.

³² Там же.

³³ Там же, стр. 368.

³⁴ У Л. де Бройля также сказано, что Ланжевен «стоит вместе с Эйнштейном у истоков всего движения идей, приводящего физиков к пониманию огромных резервов энергии, заключенных в атомных ядрах» L. de Broglie. Notice sur la vie et l'oeuvre de P. Langevin. P., L'Institut, 1947.

³⁵ L. de Broglie. Henri Poincaré et les théories de la Physique, pp. 217—229.

Это был для Пуанкаре тот предел, до которого он дошел как физик, тот барьер, взять который ему в значительной мере мешали не только строгость и требовательность математика, но и его гносеологические установки. Дальнейшие высказывания Пуанкаре показывают, что он не принял без оговорок основ и следствий релятивистской физики. Это не могло не сказаться на том, что его действительные заслуги были признаны со значительным опозданием.

В сборнике статей под общим заголовком «Наука и метод» (1908 г.) Пуанкаре дает едва ли не первый исторический обзор и оценку научного переворота, в котором он сам участвовал. Во введении к сборнику сказано: «Механика переживает, по-видимому, момент полного переворота. Понятия, которые казались установленными наиболее прочно, поколеблены брешью, пробитой страстными новаторами. . . Но интересно познакомить читателей с их учением, что я и попытался здесь сделать. По возможности я держался исторической последовательности: новые идеи показались бы слишком странными, если бы не показать, откуда они зародились»³⁶.

Действительно, один из четырех разделов сборника — книгу третью — Пуанкаре посвящает популярному изложению «учения новаторов» и его оценке. Но, странно, в работе Пуанкаре, вышедшей спустя несколько лет после появления статей А. Эйнштейна, посвященных специальной теории относительности, мы не встречаем его имени. Все изложение ведется так, как будто Пуанкаре не читал и не слышал ничего, кроме того, что обсуждалось им самим в статьях 1905 г. Лишь в первой части — «Механика и ради» — ставится вопрос о том, «должны ли быть отброшены, или, по крайней мере, подвергнуты глубокому изменению те общие начала динамики, которые со времени Ньютона служили основанием физики и казались непоколебимыми?»³⁷ Действительно ли «открытие радия перевернуло вверх дном научные догмы, считавшиеся наиболее прочными: с одной стороны, догму о невозможности превращения металлов, с другой стороны — основные постулаты механики. Не слишком ли поспешили те, которые сочли эти новые факты прочно установленными и стали разбивать «вчерашних идолов». . .»³⁸.

Пуанкаре дает такой ответ: «. . . быть может, следовало ожидать более многочисленных и доказательных опытов раньше, чем высказаться за или против. . .»³⁹. Пуанкаре альтернативно формулирует «механические следствия» гипотезы об электромагнитной природе массы: если «нет нейтральных атомов. . ., положительные электроны в такой же мере, как отрицательные, лишены реальной массы. . ., то слово масса либо теряет всякий смысл, либо должно обозначать фиктивную электромагнитную массу. В этом последнем случае масса более не будет постоянной, поперечная масса не будет равна продольной массе. Принципы механики должны быть отвергнуты»⁴⁰. Далее, инерция «сводится к инерции эфира; электроны сами по себе ничто; они — дыры в эфире, вокруг которых совершаются возмущения эфира. . .»⁴¹.

После такой заостренной формулировки второй точки зрения Пуанкаре вновь ставит вопрос: «Как сделать выбор между этими двумя гипотезами? . . . Не вправе ли всякий поступать согласно со своим темпераментом — консерватор оставаться на одной стороне, а поклонники новизны переходить на другую?». И тут же отвечает: «Может быть; но, чтобы хорошо понять аргументы новаторов, необходимо принять во внимание еще и другие соображения»⁴².

³⁶ А. Пуанкаре. Наука и метод. Одесса, 1910, стр. VI—VII.

³⁷ Там же, стр. 258.

³⁸ Там же, стр. 258—259.

³⁹ Там же, стр. 259.

⁴⁰ Там же, стр. 276.

⁴¹ Там же, стр. 277.

⁴² Там же.

Пуанкаре снова уверенно говорит о всеобщем законе природы: «Как бы там ни было, нельзя отделаться от того впечатления, что принцип относительности есть общий закон природы, что никогда и никакими воображаемыми приемами не удастся узнать что-нибудь другое, кроме относительных скоростей, — я разумею под последними не только скорости тела по отношению к эфиру, но скорости одних тел относительно других»⁴³.

Но, говоря о следствиях, вытекающих из принципа относительности, Пуанкаре вдруг становится менее решительным; он сразу делает оговорку: «. . . если признать его окончательно доказанным»⁴⁴. При анализе принципа инерции Пуанкаре продолжает колебаться между гипотезами Абрагама и Лоренца, хотя как раз в это время результаты Бухерера подтвердили воззрения Лоренца⁴⁵. При рассмотрении процессов в электромагнитном поле, обусловленном движением электрона, Пуанкаре, так же как и в своей основной статье, останавливается на двух типах возмущений, «которым Ланжевен. . . дал названия волны скорости и волны ускорения»⁴⁶, и которые сам Пуанкаре назвал «волнами Ланжевена», поскольку «формулы, определяющие электромагнитное поле, . . . были им представлены в особенно изящной форме»⁴⁷. Повторив расчеты Ланжевена и перечислив пять важнейших случаев, когда ускорение очень велико и его действием нельзя пренебречь, Пуанкаре, однако, не подчеркивает того вывода, к которому Ланжевен пришел еще в 1902—1904 гг., что в этих случаях нельзя пользоваться законами классической механики.

В заключительной части обзора Пуанкаре приходит к выводу, что «новые теории еще не доказаны. . .»⁴⁸.

Такова в итоге оценка, которую Пуанкаре решает дать новому учению даже в 1908 г. Это та же позиция, характерная для него после Международного конгресса в Сент-Луисе (1904 г.), когда он пытался сдержать энтузиазм Ланжевена. В этой осторожности и вдумчивости Пуанкаре не было бы ничего предосудительного, если бы его позиция не была так полна колебаний, основанных на позитивистских предпосылках. Во всяком случае, это не позиция борца, который хочет и может увлечь за собой, отстаивать свои новые идеи, а вместе с тем и свой приоритет в их открытии и провозглашении.

В самом деле, на одной из страниц того же «Заключения» Пуанкаре поднимается до понимания происходящего и открывающихся перспектив, когда пишет: «Опыт Кауфмана над лучами радия революционизирует сразу механику, оптику и астрономию. . . По мере того, как эти науки развивались, мы лучше познавали соединяющие их связи; и тогда мы подметили нечто вроде общей схемы, представляющей карту универсальной науки. Существуют факты, общие нескольким наукам, которые напоминают общие источники вод, направляющиеся в разные стороны; их можно сравнить с тем Сен-Готтардским узлом, откуда выходят воды, питающие четыре разных бассейна»⁴⁹.

Но уже в полном противоречии с самим собой Пуанкаре выражает опасение, что, «если эти новые теории восторжествуют и преподаватель средней школы раньше, чем преподавать обыкновенную механику, предупредит учащихся о том, что она отжила свой век и что она была хороша только для такого старого глупца, как Лаплас», то возникнут большие трудности: «каковы бы ни были успехи автомобилизма, наши средства перемещения никогда не достигнут тех скоростей, при которых она (т. е. классическая механика. — Авт.)

⁴³ А. Пуанкаре. Наука и метод. Одесса, 1910, стр. 290.

⁴⁴ Там же, стр. 296.

⁴⁵ Абрагам еще долго оставался на позициях классической механики.

⁴⁶ А. Пуанкаре. Наука и метод. . . , стр. 306.

⁴⁷ А. Пуанкаре. О динамике электрона. «Принципы относительности. Сборник работ классиков релятивизма. . . », стр. 282.

⁴⁸ А. Пуанкаре. Наука и метод. . . , стр. 329.

⁴⁹ Там же, стр. 379—380.

перестает быть истинной. Иная механика — это роскошь, а о роскоши можно думать только тогда, когда она не рискует повредить тому, что является необходимым»⁵⁰.

Теперь нам ясно, что в этом высказывании Пуанкаре проявилась не только излишняя осторожность педагога, но и явная близорукость ученого. Это недооценка значения следствий теории относительности, недопонимание существа того, что было сделано Эйнштейном и Ланжевеном в установлении взаимосвязи между массой и энергией — открытия, которое так тесно связано сейчас с освобождением и использованием атомной энергии. Именно скорости, близкие к скорости света, играют важную роль в созданной в настоящее время науке — ядерной физике, лежат в основе методов все более глубокого познания физических процессов.

Те же черты двойственности проявляются у Пуанкаре и в его речи, произнесенной в Обществе любителей естествознания в Берлине.

Автор предисловия к русскому переводу речи, названной «Новая механика», справедливо отметил в 1912 г., что «Пуанкаре крайне осторожно старается изложить это новое учение, и поэтому совершенно не затрагивает в высшей степени интересных работ, появившихся в самое последнее время. Излагая принцип относительности в формулировке Лоренца, он, боясь, по-видимому, увлечения, совершенно не касается таких крайне важных работ, как работы Альберта Эйнштейна, Германа Минковского, Макса Планка и других»⁵¹.

И в этой речи Пуанкаре остается верен самому себе и, наряду с блестящим изложением принципа относительности в «новой, расширенной форме», сохраняет полускептический тон и делает нечеткие выводы, опирающиеся на его порочную методологическую аргументацию.

Говоря о новых данных опыта, принуждающих к «оставлению ряда старых воззрений и к выработке новых», Пуанкаре вновь утверждает, что «... эти последние, вне сомнения, не более истинны, а лишь более удобны, они тесней связываются с совокупностью известных нам фактов; последние же, благодаря этому, располагаются в одно стройное целое»⁵². «Выбор законов механики произволен и мы выбираем те, какие нам удобнее, ... по новейшим воззрениям. ... можно почти сказать: больше нет материи, есть только дыры в эфире (подчеркнуто нами. — *Лет.*)»⁵³.

В сборнике работ А. Пуанкаре, опубликованном посмертно под названием «Последние мысли», имеются статьи «Пространство и время» и «Почему пространство имеет три измерения?»⁵⁴. Пуанкаре объясняет, что «революция, совершившаяся недавно в наших представлениях о механике», побудила его пересмотреть вопрос, которым он больше всего занимался. «Принцип относительности, как его понимает Лоренц», пишет Пуанкаре, как будто принуждает нас по-новому понять пространство и время и отказаться от положения, что «геометрия была построена нашим разумом на основе опыта».

Можно было бы предположить, что в это время, перед самой смертью, скептический разум математика Пуанкаре все же полностью принял «новое соглашение», которое, кроме того, определяет, по его признанию, не только пространство, но и время. «Оно учит нас, — пишет он, — тому, что значит два одновременных мгновения, что такое равные промежутки времени или один промежуток вдвое больше другого»⁵⁵. Таким образом, Пуан-

⁵⁰ А. Пуанкаре. Наука и метод. ..., стр. 331.

⁵¹ А. Пуанкаре. Новая механика. Эволюция законов. Две статьи. М., 1913, стр. 2.

⁵² Там же, стр. 47.

⁵³ Там же, стр. 86.

⁵⁴ А. Пуанкаре. Последние мысли. 1923, стр. 35—54; 57—97.

⁵⁵ Там же, стр. 31.

каре признает здесь «глубокую модификацию времени». «Все происходит как если бы оно было четвертым измерением пространства»⁵⁶. Мало того, Пуанкаре вносит исправление в свое прежнее определение отношения между двумя событиями, пространственно отдаленными одно от другого.

Но на вопрос о том, «какова будет его позиция по отношению к этим новым концепциям, будет ли он принужден изменить свои прежние заключения», Пуанкаре снова дает отрицательный ответ. «... Мы приняли соглашение потому, что оно нам казалось удобным, и мы сказали, что ничто не заставит нас от него отказаться. Теперь некоторые физики хотят принять новое соглашение. Это не значит, что они вынуждены это сделать; они считают это новое соглашение более удобным, вот и все, а те, кто не придерживается этого мнения, могут законно сохранять старое, чтобы не нарушать своих старых привычек. Я полагаю, говоря между нами, что они еще долго будут это делать»⁵⁷.

Подтверждением характеристики позиции Пуанкаре в вопросе о теории относительности может служить чрезвычайно показательное высказывание о ней Поля Ланжевена в 1932 г.,⁵⁸ когда он уже ознакомился с идеями диалектического материализма.

В итоге анализа результатов, достигнутых А. Пуанкаре в разработке проблем теории относительности, мы приходим к выводу, что Луи де Бройль правильно поставил вопрос о том, почему А. Пуанкаре не довел до конца свои открытия, «не отважился сделать решающий шаг», и правильно ответил на него, отметив не только «гиперкритический склад ума» Пуанкаре, но и его «опасную» для развития науки гносеологическую теорию «коммодизма». Именно колебания Пуанкаре в сторону махистского отношения к науке и ее построениям помешало ему сразу стать в ряды признанных создателей теории относительности.

⁵⁶ А. Пуанкаре. Последние мысли. 1923, стр. 53.

⁵⁷ Там же, стр. 31.

⁵⁸ О. А. Старосельская-Никитина. Поль Ланжевен как историк естествознания. «Труды Института истории естествознания и техники», т. II, сер. физ.-мат.

А. ЛИСНЕР

Германская Академия наук в Берлине

СВЯЗИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА С ГОРНОЙ АКАДЕМИЕЙ ВО ФРЕЙБЕРГЕ

Клеменс Винклер, профессор химии Фрейбергской горной академии в 1886 г. открыл элемент, предсказанный Менделеевым еще в 1871 г. под названием экасилиция, и назвал его германием. Благодаря счастливому случаю г. Ганс К. А. Винклер, внук Клеменса Винклера, сохранил всю корреспонденцию, относящуюся к истории открытия германия¹. На основании этих источников становится ясным, в какой мере именно открытие германия способствовало мировому признанию и известности периодической системы Менделеева.

Уже первое сообщение Клеменса Винклера об открытии им нового элемента 6 февраля 1886 г.² возбудило величайший интерес химиков всех стран. 21 февраля 1886 г. он сообщил кратко о своем открытии главнейшим научным обществам Европы, Азии, Австралии и Америки. В обращениях к С.-Петербургской Академии наук и Русскому физико-химическому обществу Клеменс Винклер указывает, что во фрейбергском аргородите он нашел новый элемент, стоящий близко к мышьяку и сурьме, и присвоил ему имя «германия». Правда, Винклер уже после первых исследований минерала, состоящего из серебра, серы и германия, пришел к убеждению, что открыл новый элемент, но он считал его вначале за металлоид. Менделеев по получении первого сообщения также поддавался понятному заблуждению. Уже 14/26 февраля 1886 г. он написал Клеменсу Винклеру следующее пространное письмо:

«Милостивый государь!

В последнем выпуске *Berichte* имеется сообщение об открытии Вами германия. Поздравляя Вас с этим прекрасным открытием, я хочу в особенности подчеркнуть, какой большой интерес представляет положение этого элемента в периодической системе. Если правильно то, что германий занимает место между Sb и Bi, то его атомный вес должен быть 160—165, теплосмкость — примерно 0,037, удельный вес около 8,3, эквивалент в соединениях, соответствующих окислу Ge_2O_3 , например, в $GeCl_3$ — 54, эквивалент GeO в $GeOCl$ — примерно 180, удельный вес окисла Ge_2O_3 — около 6, 8; температура кипения хлористого германия $GeCl_3$ — около 320° и т. д.

Мне однако представляется, что растворимость хлористого германия в воде и характерный белый цвет сернистого германия указывают на иное

¹ Выражаю искреннюю благодарность г. Гансу Винклеру за то, что он предоставил мне эту корреспонденцию для использования.

² «*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*», XIX, Н. 3.

положение германия, вследствие чего желательно попытаться определить его, как экакадмий. Для этого элемента, место которого лежит между Cd и Hg, атомный вес должен быть около 155, теплосмкость, следовательно, должна быть близка к теплосмкости экасурьмы, удельный вес — около 11 (как у свинца), эквивалент в соединениях, соответствующих окислу, например, $GeCl_2$ около 78, а в соединениях, соответствующих неустойчивой закиси, около 9, 8, температура же кипения хлористого экакадмия должна лежать около начала температуры каления. Спектр экакадмия должен быть легко наблюдаем в фульгураторе (при проскакивании искр через раствор).

Большая летучесть самого германия и большая летучесть его соединений не позволяют считать его за экасилиций (Liebig's Ann. доп. том, VIII, стр. 132), хотя другие свойства довольно близки к свойствам (последнего).

После завершения Ваших ценных исследований прошу Вас не отказать сообщить, из какого источника происходил аргородит, и, если возможно, также и соединения германия, которые должны дать очень много для познания природы элемента и периодической системы.

С глубоким уважением

Д. Менделеев.

Этим письмом Менделеев установил с Клеменсом Винклером научную связь, которая повела к искренней и длительной дружбе двух ученых.

Русское физико-химическое общество на сообщение К. Винклера ответило следующим письмом от 10/22 марта 1886 г.:

«Уважаемый г. профессор!

Ваше письмо на имя Русского физико-химического общества было оглашено в заседании 7/19 марта, и Общество поручило мне как поздравить Вас с открытием германия, так и поблагодарить за сообщение Вами этого важного факта.

С глубоким уважением

проф. Н. Меншуткин,
секретарь».

В противовес взглядам, высказанным вначале Менделеевым и Винклером, бреславльский профессор В. Ф. Рихтер, как старый сторонник периодической системы, выдвинул другое утверждение, заявив 25 февраля 1886 г. в поздравительном письме Винклеру: «Германий, название которого Вы должны сохранить, как фактический его отец, есть предсказанный Менделеевым элемент экасилиций; Es-73, нижний гомолог олова, стоящий в первом большом периоде между Ga (69,8) и As (79,9). . . Экасилиций — элемент, которого мы ждали с величайшим напряжением, и во всяком случае ближайшее исследование германия явится самым определенным *experiments crucis* для периодической системы».

Точно так же другой основатель периодической системы и конкурент Менделеева, тюрингенский профессор Лотар Мейер, сразу выявил истинную природу германия. 27 февраля 1886 г. он писал Клеменсу Винклеру: «Сегодня утром я сообщил моим старшим ученикам и обосновал ту точку зрения, что Ваш новый элемент есть экасилиций». В том же письме Лотар Мейер подчеркивает, что смелое предвидение Менделеева представляет большую его заслугу.

Дальнейшими подробными исследованиями Клеменс Винклер вскоре окончательно установил, что германий тождественен экасилицию, и ученый, без сомнения, должен был сообщить об этом Менделееву в Петербург. 1 марта 1886 г. во Фрейберге была получена следующая телеграмма:

«С искренней благодарностью за Ваше сообщение, что германий есть экасилиций, радостно приветствуем Ваш второй блестящий химический элемент.

Менделеев».

Текст не совсем понятен в том отношении, что в нем говорится о втором элементе. Я допускаю, что здесь имела место ошибка в передаче, и Менделеев имел в виду второй блестящий эксперимент, который привел к установлению тождества германий=экасилиций.

Со всех сторон последовали затем просьбы к Клеменсу Винклеру о высылке образцов аргиродита, германия и его соединений. Здесь следует особенно отметить ученого, открывшего скандий, Л. Ф. Нильсона, который по желанию Винклера предполагал определить плотность паров тетрахлоридного германия, удельный вес германия и его искровой спектр. Открывший галлий Лекок де Буабодран также проявил большой интерес к новому элементу и просил прислать образцы германия. Менделееву были посланы пробы, по-видимому, в апреле 1886 г.; за них он в сердечных выражениях поблагодарил в телеграмме от 12 мая 1886 г. и одновременно сообщил, что уезжает на Кавказ. В связи с этим Д. Павлов (из химической лаборатории Петербургского университета) писал Винклеру 13/25 мая 1886 г.: «Глубокоуважаемый г. профессор! Профессор Менделеев в момент отъезда на Кавказ поручил мне, как своему ассистенту, от всей души поблагодарить Вас за Ваше исключительно любезное письмо с приложенной к нему посылкой, в котором Вы осведомили его о Ваших весьма полных исследованиях и дали возможность Русскому химическому обществу ознакомиться с Вашими препаратами германия и его соединений. Кроме того, профессор Менделеев просит прощения, что не сам выражает Вам свою благодарность. Ваше письмо пришло в самый момент его отъезда, а для того, чтобы послать Вам благодарственное письмо с дороги, он недостаточно владеет немецким языком. В Петербург проф. Менделеев вернется из своей официальной командировки не ранее сентября. . .».

Из текста многих писем Клеменсу Винклеру видно, какой высокий международный престиж был у Менделеева. Его слава необычайно возросла благодаря открытию германия. Так, Нильсон в благодарственном письме Клеменсу Винклеру замечает, что он, вероятно, имел под руками указанный Менделеевым основной элемент — экасилиций — обстоятельство, которое может лишь повысить интерес, связанный с открытием. В многочисленных статьях о германии и его соединениях Клеменс Винклер вновь и вновь подчеркивает великие заслуги Менделеева, открывшего естественную систему элементов. В своем докладе Германскому химическому обществу 17 мая 1886 г. в Лейпциге Винклер обосновал название, данное им элементу: «Первоначально у меня было намерение назвать новый элемент нонтунем, вследствие растворимости в воде большей части его соединений, но от этого меня удержало то обстоятельство, что уже однажды был установлен элемент, названный нонтунем, а затем от него отказались. И все же оно было бы очень подходящим, потому что как планета Нептун была предположена заранее, прежде чем ее увидел хоть один человеческий глаз, так и германий относится к тем элементам, существование которых было предсказано с большой вероятностью уже 15 лет назад на основании периодической системы. Как известно, Менделеев сам подробно описал свойства предположенного им элемента с такой же смелостью, как и гениальностью». В *Jahrbuch für das Berg- und Hüttenwesen im Königreich Sachsen* за 1888 г. Винклер опубликовал обобщающие сведения о новом элементе германий и указал еще раз на то, что Менделееву удалось приблизительно предсказать свойства тех недостающих элементов, позднейшее открытие которых представлялось наиболее вероятным. Это было

сделано, в частности, для двух тогда еще неизвестных элементов — экаалюминия и экасилиция; сегодня гениальный исследователь и с ним его теория могут торжествовать — это пророчество исполнилось. Дословно это означает: «Периодичность элементов тем самым уже не гипотеза, она стала фактом, и химическое исследование сделало таким образом новый, неисчислимо важный шаг в царство познания». Как необычайно важен был этот шаг, становилось все яснее в последующие годы, и полностью подтвердилось в только что начинавшийся атомный век.

Большой интерес, вызванный открытием германия, был несколько омрачен нападками французских шовинистов, возражавших против названия «германий». Одна французская газета писала, что уважение к Менделееву должно заставить отдать должное гениальной мысли русского ученого и называть элемент, предсказанный им заранее, тем именем, какое он употреблял сам. Поэтому пусть Винклер откажется от названия германий, которое обнаруживает явный привкус, связанный с его родиной, и которое по созвучию легко спутать с Germanium и назовет новый элемент экасилицием. И это решился написать француз после того, как его соотечественник Лекок де Буабодран уже много лет назад назвал открытый им экаалюминий галлием! Известный химик-технолог Георг Лунге в Цюрихе остановился на этом вопросе в письме к Клеменсу Винклеру и указал, что самому Менделееву никогда не приходило в голову назначать новые названия для элементов, которые могут быть открыты в будущем, и он имел в виду только отметить пустые места. Крайне дешевой остроотой является указание, что можно смешать германий с гераннием (цветком).

Чтобы выяснить вопрос до конца, Винклер обратился к Менделееву с письмом от 27 апреля 1887 г., в котором изложил свою точку зрения: «Известие, которым Вы меня недавно почтили, пришло по телеграфу до Вашего отъезда на Кавказ. Ваша крайне плодотворная деятельность там стала за это время известна мне из газет; я осмеливаюсь искренно пожелать Вам успеха в этой деятельности, и надеюсь также, что Вы вернулись в добром здравии из этого далекого и утомительного путешествия.

За это время я стремился, насколько возможно, установить свойства германия и его соединений. Я позволил себе послать Вам осенью прошлого года первое сообщение об этих работах, написанное в виде статьи, *Mitteilungen über das Germanium*, появившейся в *Journal für praktische Chemie*; однако, поскольку я знал, что Вас нет в Петербурге, я не снабдил эту статью сопроводительным письмом. Из результатов этих работ Вы наверняка увидели, что Ваши знаменитые и изумительные предвидения полностью оправдались, а потому, как я надеюсь, Вы ознакомились с ними с чувством высокого удовлетворения.

Через несколько месяцев, как я предполагаю, за этой статьей последует другая, в которой будет идти речь главным образом об открытии и определении нового элемента и о свойствах его фтористых и этиловых соединений. Уже теперь я могу сообщить Вам с великой радостью, что двойные флуориды имеют большое сходство с соответствующими им соединениями силиция, так что и с этой стороны Ваше гениальное предположение находит подтверждение.

Перед лицом этих очень интересных результатов изучения германия с каждым днем привлекает меня все больше. Есть лишь одно обстоятельство, которое омрачает мое удовольствие, — это нападки, какие встретило название германия за границей. Правда, сейчас мне приходится убедиться, что выбор этого названия не был удачным, и все же я могу заверить Вас, что я был совершенно далек от мысли внести таким путем политику в науку: я прежде всего считаю, что последний стоит вообще выше пристрастий отдельных народов. Когда существование нового элемента было установлено

с достоверностью, его было необходимо назвать, но тогда еще не было никаких мотивов в пользу какого-либо подходящего названия. Для меня самого этот вопрос в то время не представлял почти никакого интереса, так как я вследствие ночной работы, переутомления и волнений находился в состоянии полнейшего физического угнетения. Поэтому я по совету моего друга [А. Вейсбаха] последовал примеру гг. Лекока де Буабодрана и Л. Ф. Нильсона и назвал элемент по имени страны, в почве которой он был впервые найден, по имени моей родины. Теперь, когда это название уже стало распространенным, я по вполне понятным причинам уже не согласился бы на его изменение, поскольку я имею право предполагать, что Вы, глубокоуважаемый коллега, далеки от намерения ввести случайно избранное Вами обозначение в длительное употребление. Но меня тревожит мысль, что и Вы можете необдуманно отнестись к наименованию «германий», а потому я беру на себя смелость послать Вам пару объяснительных слов. Вы часто давали мне доказательства Вашего крайнего для меня ценного расположения; я думаю, моя просьба будет не напрасной, если я буду убедительнейше Вас просить положить на чашу весов в научных кругах России Ваше авторитетное суждение».

Менделеев, действительно, определенно подтвердил мнение Лунге, написав Клеменсу Винклеру 21 апреля (ст. стиль) 1887 г:

«Глубокоуважаемый коллега! Ваше любезное письмо лишь напомнило мне о том, что я отложил в сторону за последнее время. Я только потому не писал Вам до сих пор, что не владею немецким языком, а кроме того, сейчас очень занят; личное мое глубокое уважение к Вам и отношения как к коллеге навсегда останутся неизменными.

Вы доставите мне большое удовольствие, если распространите следующее мое мнение. Названия эка-алюминий, -бор и -силиций были предложены мною лишь как предварительные в момент их открытия, и я могу гордиться тем, что они были заменены названиями высокопросвещенных стран, как Галлия, Скандинавия и Германия; мне менее польстило бы, если бы были сохранены предложенные мною временные названия, поскольку не природа существует для предварительных выводов мысли, а, напротив, мысли и предвидения обретают свой смысл лишь через свое выражение в познании, которым владеют народы. Будучи свободен от политических и узконациональных принципов, я отношусь к ним с некоторым недоверием — из-за крови, которая часто бесполезно проливается ради них вследствие узурпации этих священных интересов; лично же я люблю свою страну, как мать, а свою науку — как дух, который благословляет, освещает и объединяет все народы для блага и мирного развития духовных и материальных богатств.

Только в науке я вижу возможность не дойти до шиллеровского разочарования в идеалах, потому что она нужна всюду, ее солнце никогда не угаснет, а, наоборот, поднимается все выше и выше — восходит над горизонтом океана вечности.

Я с особым интересом буду ожидать Вашей второй работы о германии, так как первая доставила мне величайшую радость. . . Любезно присланные Вами образцы германия и аргиродита являются лучшими украшениями моей коллекции, и я оставлю их своим детям как незабываемую память.

Число моих детей в последнее время возросло благодаря рождению двух близнецов; теперь у меня три сына и три дочери. Сейчас у меня величайшее желание — повысить свою производительность и в области науки. . .

Я надеюсь, что Вы простите мое долгое молчание и не будете сомневаться в глубоких чувствах дружбы и уважения со стороны преданного Вам

Д. Менделеева.

Приписка (сделана самим Менделеевым): «В августе этого года я, может быть, приеду во Фрейберг, чтобы иметь возможность лично поговорить с Вами. Беру на себя смелость приложить копию с фотографии, сделанной моим сыном».

Итак, название, данное новому элементу Клеменсом Винклером, получило подтверждение Д. Менделеева. Известный французский химик А. Готье, которому Клеменс Винклер послал германий, также возражал против внесения национальных страстей в науку. Он закончил свое благодарственное письмо словами: «. . . а теперь, милостивый государь, разрешите мне еще сказать, что доказательства доброй воли со стороны Германии для нас, французов, ценнее всех других. Взаимная добрая воля и доброе расположение, как у Вас, сблизят между собою людей, которые, по несчастью, были разобщены политическими событиями, — событиями, сделавшими врагами два народа, созданные для взаимного уважения; по моему твердому убеждению, они найдут свою пользу лишь, если однажды, как я надеюсь, протянут друг другу руку». Лекок де Буабодран в своих письмах к Винклеру также постоянно употреблял название германий без каких-либо враждебных замечаний.

Намеченное Менделеевым на август 1887 г. путешествие во Фрейберг не состоялось. Должно было пройти еще 7 лет, прежде чем два связанных дружбой ученых познакомились лично. Клеменс Винклер отметил эту знаменательную встречу собственноручной записью: «В среду, 2 мая 1894, я говорил в своей лекции по неорганической химии о германии и рассматривал в связи с этим периодическую систему элементов. Сразу после окончания лекции, в 3/4 11-го утра, меня посетил Менделеев и пробыл до 7 часов вечера. Менделеев ехал из Петербурга в Лондон через Париж для обсуждения введения в России метрической системы, и специально заехал во Фрейберг, чтобы увидеться со мной». Клеменс Винклер часто говорил об этой встрече, как о лучшем воспоминании в своей жизни. Дружба, начавшаяся уже в предшествующей переписке, во Фрейберге стала тесным союзом, и оба ученых были ей верны до конца жизни. С этих пор они ежегодно обменивались поздравлениями к Новому году. Так, сохранилась визитная карточка Д. Менделеева, заслуженного профессора Петербургского университета, от 1 января 1898 г., на которой он собственноручно написал наилучшие пожелания к Новому году. Вторая встреча состоялась в 1900 г. в связи с празднованием столетия Прусской Берлинской Академии наук; по этому случаю Менделеев и Винклер 19 марта сфотографировались вместе во всем блеске своих отличий (снимок воспроизведен с ошибочной подписью во Freiburger Forschungshelten, D 8 (1954) на стр. 43).

Д. Менделеев прожил на три года дольше Клеменса Винклера. Оба великих химика разделяли умонастроение, которое Клеменс Винклер в одном из своих докладов о Германии выразил словами: «Наука — это мир».

Фрейберг, март 1957.

М. Г. ЦЮРУПА, И. П. АЛИМАРИН

РАБОТЫ РУССКИХ УЧЕНЫХ ПЕРВОЙ ПОЛОВИНЫ XIX ВЕКА ПО АНАЛИТИЧЕСКОЙ ХИМИИ ПЛАТИНЫ И ПЛАТИНОВЫХ МЕТАЛЛОВ

Открытие в 1741 г. платиновых месторождений в Южной Америке вызвало целый ряд работ по изучению этого металла. Исследованием платины в Западной Европе занимались такие видные ученые, как Маргграф (Marggraf), Макер (Macquer), Боме (Böme), Кронштедт (Cronstedt), Бергман (Bergman), Пруст (Proust), Волластон (Wollaston), Теннант (Tennant), Декотилль (Descotils), Фуркруа (Fourcroy), Воклен (Vauquelin), Троммсдорф (Trommsdorff). В результате их исследований в 1803—1804 гг. были открыты четыре спутника платины: осмий и иридий — Теннантом, палладий и родий — Волластоном.

В России к открытию платины также был проявлен большой интерес. Русские ученые занимались изучением платины уже в конце XVIII в. Число работ в этой области значительно увеличилось в первой половине XIX в. Исследования, как известно, завершились блестящим открытием рутения, сделанным в 1844 г. К. К. Клаусом. По истории исследования платины в России имеется обширная литература. В настоящей статье освещаются методы анализа, применявшиеся русскими учеными первой половины XIX в. в работах по изучению платины и платиновых металлов.

В конце XVIII и начале XIX в. химию платины изучал русский ученый А. А. Мусин-Пушкин. Он опубликовал ряд статей по этому вопросу. Однако исследования Мусина-Пушкина не связаны непосредственно с развитием аналитической химии: он разработал метод получения амальгамы платины¹; открыл новый способ получения ковкой платины²; получал платину в кристаллическом состоянии³. В этих работах описано получение металлической платины путем прокаливании хлороплатината аммония, который Мусин-Пушкин называет «тройной платиной солью». В одной из его статей указывается на тот факт, что платина, подобно золоту, серебру и ртути образует с аммиаком гремучее соединение⁴. Мусин-Пушкин изучал также свойства солей платины и ее окиси⁵.

Изучением свойств платины занимался Т. Е. Ловиц⁶.

¹ «Nova acta acad. Sc.», 1797, t. X. Histoire, pp. 210—212; «Nova acta acad. Sc.», 1805, t. XIV. Histoire, pp. 31—32.

² «Технол. журнал», 1804, т. I, ч. I, стр. 19—24; «Технол. журнал», 1805, т. II, ч. III, стр. 46—54.

³ «Nova acta acad. Sc.», 1805, t. XIV. Histoire, pp. 34—38.

⁴ «Технол. журнал», 1805, т. II, ч. III, стр. 46.

⁵ «Nova acta acad. Sc.», 1806, t. XV. Histoire, pp. 67—70.

⁶ «Nova acta acad. Sc.», 1806, t. XV. Histoire, pp. 63, 78.

В начале XIX в. работы по исследованию платиновой руды проводил профессор Виленского университета Андрей Снядецкий. Он пишет по этому поводу следующее: «Желая отделить от зерен платины три металла, найденные в ней гг. Теннантом и Волластоном, решился я сделать полное химическое разложение. . . Потом получив, по случаю, довольно количество онаго минерала и узнав, что гг. Фуркруа и Воклен подтвердили существование иридия, осмия, родия и палладия в неочищенной платине, решился я отделить от нее сии четыре металла, как для познания свойств оных, так и свойств чистой платины. Но как я и по сие время не получал еще сочинений сих знаменитых ученых мужей, а потому и не знал их способа разложения, то я последовал нижеследующему средству, руководствовавшему меня в отделении от платины такого металла, который, как я думаю, сокрыт был от глаз трудившихся до меня химиков»⁷. Эта работа была чисто аналитической и носила вполне самостоятельный характер.

Выделив, как он предполагал, новый металл вестий, Снядецкий изучает его свойства и сравнивает их со свойствами платины. Ошибочность этого открытия очевидна: к тому времени остался неоткрытым всего один элемент платиновой группы — рутений. Снядецкий растворял сырую платину в царской водке и раствор упаривал досуха. Таким образом он получал хлориды платиновых металлов. Эти хлориды он обрабатывал винным спиртом и в нерастворимом остатке, по его предположению, нашел вестий. Но, как известно, хлорид рутения растворим в спирте, поэтому вряд ли можно было открыть рутений в нерастворимой части вещества.

Довольно подробно освещены свойства платиновых металлов и их соединений в работах профессора Харьковского университета Ф. Гизе. В его книге «Всеобщая химия для учащихся и учащихся» есть раздел, посвященный этому вопросу⁸. Кроме того, им написана отдельная статья на ту же тему⁹. Во вступлении к этой статье Гизе пишет, что он поставил своей целью собрать воедино разрозненные данные о платиновых металлах, имеющиеся в различных журналах. Таким образом, он сам подчеркивает обзорный характер своей работы. В статье изложены исследования Пруста, Декотилля, Фуркруа, Воклена, Теннанта, Волластона, Ченевикса (Chenevix), Троммсдорфа. В сводной таблице даны физические и химические свойства осмия, иридия, родия, палладия и их соединений. Имеется указание на тот факт, что нерастворимые в кислотах металлы могут частично растворяться, если они смешаны с растворимыми металлами¹⁰. Отмечается, что двойное хлористое соединение родия с натрием в спирте нерастворимо, а соответствующие соединения платины и палладия — растворимы.

Особенно большой интерес русские ученые стали проявлять к исследованию платиновых металлов после того, как в 1822 г. впервые на территории России (на Урале) была найдена платиновая руда.

В «Горном журнале» за 1827 г. имеется описание истории этого открытия, составленное управляющим Гороблагодатских заводов Н. Мамышевым. В статье, озаглавленной «Краткое описание обретения платины в Сибири», автор пишет: «В 1822 г. во время промывки уральских золотоносных песков заметили примешанным к песочному золоту особенный металл, в виде таких же зерен, как и золото, но только белого, блестящего цвета. . . Екатеринбургский горный начальник Берггауптман Осипов поручил произвести исследование над сим телом г. аптекарю Гельму и практиканту Варвинскому»¹¹.

⁷ «Технол. журнал», 1809, т. VI, ч. IV, стр. 81—98.

⁸ Ф. Гизе. Всеобщая химия для учащихся и учащихся. Харьков, 1813, стр. 36 и далее.

⁹ «Mém. de la société impériale des naturalistes de Moscou», 1809, t. II, p. 10—24.

¹⁰ Там же, стр. 12.

¹¹ «Горный журнал», СПб., 1827, кн. I, стр. 23.

Гельм и Варвинский провели эту работу в Екатеринбурге. Несколько позже новый металл исследовали химики в Петербурге.

В статье «Известие об особенных металлических веществах, открытых близ Екатеринбурга»,¹² управляющий Екатеринбургской горной лабораторией И. И. Варвинский не делает никакого заключения относительно состава руды. Мамышев же пишет по этому поводу: «Из описания некоторых физических и химических свойств двух главных сплавов можно заключить, что один из них содержит в себе платину, другой подобен американскому осмийскому придию»¹³.

В «Трудах минералогического общества» за 1842 г. были опубликованы результаты анализов Гельма, произведенных в 1823 г.¹⁴ В руде были открыты придий, палладий, золото, серебро, родий, осмий и железо.

В 1823 г. некоторые образцы руды были направлены в Петербург и попали на испытание управляющему лабораторией Горного кадетского корпуса В. В. Любарскому. Результаты этих исследований описаны в «Отечественных записках» за 1823 г. без указания метода анализа. За неимением достаточного количества руды был проведен лишь качественный анализ. В. В. Любарский пишет: «Здесь в Лаборатории Горного кадетского корпуса оный металлический шлик был мною опробован сравнительно с американскою сырою и очищеною платиною, и я получил одинакие результаты по коим заключаю, что шлик сей принадлежит к особенному роду сырой платины, содержащей в себе знатное количество соединения придия с осмием»¹⁵. Минералогическое описание уральской платиновой руды дает в 1824 г. профессор Петербургского университета Д. И. Соколов¹⁶.

Первое количественное исследование русской платиновой руды было произведено В. В. Любарским в 1824 г.

Результаты анализа указывают, как пишет Любарский, что руда не является самородной платиной, «ибо чрезвычайно мало содержит в себе оного металла; но его можно назвать самородным осмийстым придием, в котором платина и другие металлы составляют только примесь, поелику чрез разложение открывается, что во 100 частях того шлика находится: придия до 60, осмия до 30, железа до 5, платины 2, золота 3/4, титана, хрома и еще не исследованных металлов 2 1/2»¹⁷.

В 1824 и 1825 гг. на Урале в районе горы Благодать были обнаружены новые платиновые россыпи с более высоким содержанием платины. Так, по исследованиям аптекаря Кеммерера, руда содержала 75% чистой платины¹⁸. Такое же процентное содержание платины в руде определил обер-бергмейстер Архипов¹⁹. Он отделял золото от платины, используя свойство золота в отличие от платины давать амальгаму. Затем Архипов руководил опытами по изготовлению различных предметов из платины.

Платину гороблагодатского месторождения исследовали и в Петербурге: обер-бергпробирер А. Яковлев и В. Любарский. Яковлев нашел в руде 81% платины²⁰; Любарский — 67% платины, 16% осмийстого придия,

¹² «Новый магазин естественной истории, физики, химии...», изд. И. Двигубским. М., 1822, ч. III, № 4, стр. 262—268.

¹³ «Горный журнал», 1827, кн. I, стр. 25.

¹⁴ «Труды Минералог. об-ва», СПб., 1842, ч. II, стр. 77—84.

¹⁵ «Отечественные записки», СПб., 1823, ч. 16, № 42, стр. 20.

¹⁶ «Указатель открытий по физике, химии...», изд. Н. Щегловым. СПб., 1824, т. I, № 1, стр. 61—67.

¹⁷ «Указатель открытий по физике, химии...», изд. Н. Щегловым, т. I, № 6, стр. 859.

¹⁸ «Горный журнал», 1826, кн. I, стр. 150.

¹⁹ Там же, 1827, кн. I, стр. 42.

²⁰ Там же, стр. 47.

4% нерастворимого вещества, 12 1/2% железа и других растворимых металлов²¹.

Различие данных, полученных Кеммерером, Яковлевым и Любарским, Мамышев объясняет «неравномерным смешением металлических частей шлика»²². Яковлев осуществил анализ руды по методу Берцелиуса²³. Любарский и Клейменов применили несколько иной метод исследования. После описания внешнего вида руды они приводят результаты качественных испытаний: «Предварительное испытание реактивами показало в ней присутствие мышьяка, сурьмы, железа, золота, платины, придия, осмия, хрома, палладия, родия и след кремнезема; следовательно, взятая для разложения металлическая смесь под именем платины весьма многосложна, почему и способ химического исследования оной был довольно продолжителен. Самое разложение произведено более по методу знаменитого Вокеленя»²⁴.

При количественном исследовании состава руды все платиновые металлы определялись в металлическом виде весовым путем.

В соединенной лаборатории Департамента горных и соляных дел и Горного кадетского корпуса в Петербурге были разработаны методы очистки платины и получения ее в ковком состоянии. В этой области особенно много сделали П. Г. Соболевский и В. В. Любарский²⁵. Соболевскому принадлежит большая работа «Об очищении и обработке сырой платины»²⁶. Однако эти исследования непосредственного отношения к аналитической химии не имеют.

В этот же период исследованием русской платиновой руды занимались и иностранные ученые. Так, например, французский химик Ложье опубликовал несколько статей, посвященных этому вопросу. Одна из них была переведена на русский язык Варвинским и напечатана в «Горном журнале»²⁷. Ложье получил платиновую руду от Гумбольдта, а тот — от барона Шиллинга. Русское правительство послало для исследования платиновую руду нескольким иностранным ученым, в том числе Волластону и Берцелиусу.

Волластон в специальном письме приводит свое «мнение» о русской руде без указания метода анализа. Эти результаты противоречат тем, которые были получены русскими исследователями²⁸.

Берцелиус предложил свой метод анализа руды, который был целиком изложен в «Горном журнале» за 1828 г.²⁹ и вошел в учебник по химии Варвинского³⁰.

Большую работу по практическому исследованию платиновой руды вел профессор Дерптского университета Озани. Ему принадлежит ряд статей с описанием методов его исследований и их результатов³¹. Озани заявил об открытии им трех новых металлов: один из них был будто бы найден в нерастворимом в царской водке остатке, а два — в растворе. Озани назвал их шолли, плуран и рутений. Металлы получались в свободном виде восстановлением из соединений. Перевод металла в растворимое состояние

²¹ «Указатель открытий по физике, химии...», изд. Н. Щегловым, т. II, ч. I, стр. 202.

²² «Горный журнал», 1827, кн. I, стр. 48.

²³ «Горный журнал», 1828, кн. X, стр. 37—46.

²⁴ «Горный журнал», 1827, кн. I, стр. 64, 65.

²⁵ «Известия Ин-та по изучению платины», 1927, вып. 5, стр. 204—206.

²⁶ Там же, стр. 206—219.

²⁷ «Горный журнал», 1826, кн. IX, стр. 29—37.

²⁸ Там же, 1827, кн. V, стр. 165—169.

²⁹ Там же, 1828, кн. VIII, стр. 21—35.

³⁰ И. Варвинский. Начальные основания всеобщей химии, составленные по системе Тенара. СПб., 1832, стр. 258 и сл.

³¹ «Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie». Leipzig, 1827, Bd. 11 (87), S. 311—322. Там же, 1828, Bd. 13 (89), S. 283—297; «Bull. des sciences math., phys. et chim.», Paris, 1828, t. X, №№ 7, 9, pp. 77, 226. Там же, 1829, t. XI, № 4, p. 307.

осуществлялся путем обработки царской водкой, сплавлением со щелочью и нитратом калия или гидросульфатом аммония³². Озани испытывал отношение металлов к пламени паяльной трубки, наблюдал форму и цвет кристаллов солей. Ввиду ничтожного количества полученных металлов, как он указывает, эти свойства не могли быть исследованы в полной мере. Некоторое количество препарата, содержавшего по предположению Озани плуран, было послано им Берцелиусу, который ответил в письме, что считает присланное вещество соединением нового металла³³. Однако уже в 1829 г. существование рутения и полина было опровергнуто, а открытие плурана было поставлено под сомнение³⁴. В 1847 г. К. К. Клаус очень подробно разобрал работы Озани в статье, озаглавленной «Ueber die neuen Metalle welche von Professor Osann in dem Platinrückstande aufgefunden worden sind»³⁵.

Озани заявлял в свое время, что рутений, открытый Клаусом, есть не что иное, как полин, открытый им (Озани). Анализируя методы исследования, применявшиеся Озани, и сравнивая его результаты со своими, Клаус показывает, что Озани принял окись иридия за новое вещество и назвал его полином. Плуран также отсутствует в сырой платине. Что касается рутения, то Озани никогда не выделял его в свободном состоянии.

Изучением платиновых металлов и их соединений занимались также видные русские химики, как Г. Гесс, Г. Герман, И. Мухин, М. Скобликов, К. Раевский, М. Козицкий.

Академик Гесс изучал влияние губчатой платины на процесс соединения кислорода с водородом. Он предложил прибор особой конструкции для учета изменения объема газов³⁶. Ему принадлежит статья о наиболее простом и легком пути перевода платины в растворимое состояние³⁷. В 1846 г. Гесс вместе с Фрише дал оценку работе Клауса по исследованию свойств открытого им элемента рутения. Работа эта была представлена на соискание Демидовской премии³⁸.

Профессор Г. Герман, много занимавшийся анализом минералов, в том числе содержащих редкие элементы, описал некоторые соединения платиновых металлов, а также открыл и произвел анализ минерала «ирит»³⁹. Однако в дальнейшем существование этого минерала не подтвердилось.

Систематическое исследование различных образцов русской платины было проведено в 1842 г. адъюнкт-профессором И. Мухиным. В работе «Химическое исследование разных родов хребтоуральской платины» Мухин указывает, что данные, полученные для сырой платины, взятой из одного из того же месторождения, сильно отличаются друг от друга. Это объясняется тем, что состав руды неоднороден. Мухин проводит раздельный анализ различных по физическим свойствам «зерен» платины. «По сей причине, — пишет он, — я и предпринял сделать, по мере средств моих, химическое исследование порознь оным зернам, выбрав их, при помощи соляной кислоты и царской водки, как из немагнитной, так и магнитной платины двух последних родов (т. е. в образцах черной и белой Нижнетагильской платины. — Авт.); ибо в гороблагодатской платине таковой разности в зернах не находится: присем я также разложил и смесь оных зерен, не разбирая их. . . , но

³² «Bull. des Sc. math., phys. et chim.», Paris, 1828, t. X, № 7, 9, pp. 77, 227.

³³ «Poggendorff's Annalen der Phys. und Chem.», Leipzig, 1828, Bd. 13 (87), S. 289.

³⁴ «Bull. des Sc. math., phys. et chim.», Paris, 1829, t. XII, № 8, p. 163.

³⁵ «Bull. de la classe phys.-math. de l'Acad. Imp. des Sc. de Pétersb.», 1847, t. V, № 12, pp. 182—186.

³⁶ «Mém. de l'Acad. des Sc. de Pétersb.» VI série. Sc. math., phys. et natur. 1831, t. I, p. 587—600.

³⁷ «Bull. de la cl. phys.-math. de l'Acad. des Sc.», 1847 (1848), t. VI, p. 80.

³⁸ «XV присуждение учрежденных П. Н. Демидовым наград. 17 апреля 1846 г.», СПб., 1846, стр. 85—92.

³⁹ «Erdmann's Journal für praktische Chemie», Bd. XXIII, (1841, Bd. 2), S. 273—278.

приемля их так, как они добываются из россыпей, с тем только различием, что я разложил порознь немагнитные зерна и магнитные как гороблагодатской платины, так черной и белой нижнетагильской»⁴⁰.

Мухин провел анализ шести образцов самородной платиновой руды и, кроме того, отдельно исследовал «платиновые самородки», т. е. крупные куски платины. Для всех образцов применялся одинаковый ход анализа, сходный с тем, который описан в работе Яковлева. Работа Мухина представляет собой первое систематическое аналитическое исследование русской платины, проведенное на основе отбора проб по сортам.

Большую работу по получению и изучению новых соединений платиновых металлов проводили в середине XIX в. К. Раевский⁴¹ и М. Скобликов⁴². Среди комплексных соединений этих металлов известны «соли Раевского» и «соли Скобликова». При исследовании состава комплексных соединений платины Раевский столкнулся с необходимостью количественного определения фосфорной кислоты. Используя известное уже в то время свойство фосфата железа не растворяться в уксусной кислоте, он разработал оптимальные условия осаждения этого соединения. В дальнейшем осадок растворялся в соляной кислоте, железо восстанавливалось сернистой кислотой и оттитровывалось перманганатом по способу Маргерита⁴³. Это тем более интересно, что объемные методы анализа в первой половине XIX в. в России применялись лишь в незначительной степени.

В 1844 г. была напечатана работа М. Козицкого «О способе отделения иридия в Монетном дворе»⁴⁴.

Особое место в истории развития аналитической химии в России занимают работы К. К. Клауса, исследования которого относятся главным образом к области изучения платиновых металлов. Свыше 20 лет занимался он этим вопросом. Клаус проверил данные, которые были получены его предшественниками. Он предложил два новых метода отделения платины в чистом виде от ее спутников. Систематически исследовав богатые и бедные остатки платиновой руды, Клаус разработал методы выделения каждого компонента в чистом виде, без примесей. Он изучил реакции уже известных платиновых металлов на чистых солях, выяснил влияние на эти реакции примесей посторонних металлов и указал на ошибки, допущенные другими учеными, которые не учли этого влияния. Такой тщательный, аналитический метод работы дал возможность Клаусу открыть шестой платиновый металл — рутений, наличие которого в платиновых рудах раньше лишь предполагалось, но не было доказано. Получив соли рутения в чистом виде, Клаус изучил свойства их и предложил ряд реакций, пригодных для качественного и количественного определения рутения. Он определил состав многих соединений платиновых металлов, а также атомный вес рутения.

Клаус начал свою работу по соображениям практического характера: он обнаружил, что после извлечения основной массы платины из руды в остатках имеется еще некоторое количество этого ценного металла. Он предполагал разработать метод полного выделения платины из руды. Но так как остатки оказались очень бедными платиной, то эта возможность отпала. «. . . Надежда применить мой способ обработки остатков для выгодного добывания из них платины исчезла; осталось только исследование, интересное для науки», — пишет ученый по этому поводу⁴⁵.

⁴⁰ «Труды Минералог. об-ва», СПб., 1842, ч. II, стр. 104.

⁴¹ «Comptes rendus de l'Acad. des Sc.», Paris, 1846, t. XXIII, p. 353.

⁴² «Bull. de la cl. phys.-math. de l'Acad. Imp. des Sc. de St.-Petersbourg», 1852 (1853), t. XI, № 1, 2, p. 25.

⁴³ «Горный журнал», 1847, ч. II, кн. VI, стр. 323—346.

⁴⁴ «Известия Ин-та по изучению платины», 1927, вып. 5, стр. 72.

⁴⁵ К. К. Клаус. Избранные труды по химии платиновых металлов. Изд-во АН СССР, 1954, стр. 8.

В работе «Химическое исследование остатков уральской платиновой руды и металла рутения», опубликованной в 1844 г., Клаус описывает свои исследования богатых и бедных остатков, новые способы их разложения и выделения платиновых металлов, а также свойства открытого им металла рутения.

Богатые и бедные остатки платиновой руды получались из сырой платины после обработки ее царской водкой для извлечения основной массы платины. Эти-то остатки и явились для Клауса основным материалом его исследования.

Разложение богатых остатков производилось следующим образом. Сначала их продолжительно выщелачивали водой, при этом в раствор переходили растворимые в воде вещества (раствор А). Затем оставшаяся нерастворимая масса обрабатывалась по методу Ф. Вёлера (Wöhler): ее смешивали с равным количеством поваренной соли и помещали в стеклянную трубку, через которую пропускали хлор. При нагревании получались хлористые соединения платиновых металлов, легко растворимые в воде. При повторной обработке хлором все платиновые металлы переходили в растворимое состояние. Соли выщелачивали водой (раствор Б). Оставались нерастворенными лишь хромистое железо и кремнистые минералы. Этот последний остаток переводился в растворимое состояние сплавлением в серебряном тигле с едким кали и селитрой.

Далее излагается систематический ход анализа растворов А и Б, при выполнении которого Клаус обратил внимание на постоянную примесь⁴⁶.

«При этом разложении, — пишет Клаус, — я заметил, что окись железа содержала в себе особенную примесь, которая сообщила ей особенные свойства; но мне не удалось тогда отделить эту примесь; она была по всем признакам окись металла, отличного совершенно от всех доныне известных металлов. Впоследствии я узнал, что в этой окиси находилось действительно малое количество окиси нового металла, который будет описан под названием рутения»⁴⁷.

Определение платиновых металлов, кроме осмия, производилось путем выделения их в свободном состоянии весовым способом. В дальнейшем Клаус варьирует и совершенствует методы разделения и выделения металлов, но определение их ведется все время только весовым путем.

Уже в этой ранней работе Клаус затрагивает очень важный теоретический вопрос: соосаждение металлов. Проверив метод Дёберейнера отделения платины от других металлов путем осаждения их известковым молоком, Клаус убедился в том, что платина при этом тоже осаждается. Он пишет по этому поводу: «Начиная с родия, который легче всех осаждается, способность осаждения может быть выражена в такой последовательности: родий, осмий, палладий, иридий, платина. Если эти металлы находятся вместе с другими, легко осаждаемыми при помощи оснований, то их способность осаждаться увеличивается (курсив наш. — Авт.), и тем более осаждается окиси платиновых металлов, чем более находится в растворе этих посторонних металлов»⁴⁸. Таким образом, Клаус обнаружил и впервые описал явление соосаждения.

В результате своих исследований Клаус предлагает два способа отделения платины от иридия. Первый заключается в том, что смесь солей иридия и платины нагревается до 200°. При этом иридий из четырехвалентного переходит в трехвалентный и в отличие от платины не осаждается хлористым

аммонием. Второй способ использует свойство иридия не осаждаться нашатырем из сернокислого раствора⁴⁹.

Клаус исследовал действие буры на растворы хлористых солей платиновых металлов и показал, что этим реактивом можно воспользоваться для отделения платиновых металлов из раствора платиновых остатков. «При действии буры на хлористые соединения этих металлов, — пишет он, — вероятно, образуется кислый, борнокислый натр, и отделенная свободная щелочь производит осаждение окисей»⁵⁰.

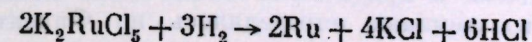
При исследовании бедных платиновых остатков Клаус окончательно установил в них наличие нового, до тех пор неизвестного элемента.

Он исследовал пурпурно-красный раствор, где предполагалось наличие иридия и родия. «Из этого раствора получил я через прибавление цинка металлический порошок, который содержался (вел себя. — Авт.) не так, как иридий и родий, а именно: смешанный с поваренной солью и обработанный хлором, при калильном жаре, он дал черно-бурую массу, растворившуюся в воде померанцево-желтым цветом. Этот раствор, цвет которого очень легко можно было различить от растворов иридия и родия и смеси растворов обоих металлов, дал с аммиаком черный бархатный осадок и, обработанный сероводородом, при отделении черного сернистого металла, получил густой сафиро-синий цвет. Ни иридий, ни родий и ни один из других металлов не содержатся (не ведут себя. — Авт.) таким образом. . . Тогда я начал сравнивать это тело с иридием во всех возможных отношениях и нашел при этом такие большие различия, что мне не оставалось ни малейшего сомнения об его особенностях»⁵¹.

После удаления железа и осаждения насыщенным раствором поташа Клаус получил из раствора белый осадок. «Это тело имело все свойства описанной Озанном окиси рутения, и я удостоверился в тождественности обоих тел». Клаус, как и Озанн, обрабатывал этот белый осадок соляной кислотой. Однако Озанн считал, что при этом рутений остается в нерастворимом остатке, Клаус же писал по этому поводу: «Г. Озанн также, для очищения своей нечистой окиси рутения, несколько раз обрабатывал ее соляной кислотой, однако не исследовал подробно этот раствор; таким образом, он лишился этого открытия»⁵².

Клаус разработал метод отделения рутения из платиновых остатков в чистом виде, получил несколько соединений рутения, изучил их свойства, дал ряд качественных реакций на рутений. Наконец он определил атомный вес рутения. «Для этого была употреблена двойная соль хлористого рутения с хлористым потассием, как более постоянное соединение этого металла. Добывание соли, годной для анализа, имеющей постоянный состав, подвержено многим затруднениям, зависящим от разложимости хлористого рутения». Далее Клаус излагает метод получения такой соли постоянного состава и очищения ее перекристаллизацией. «Очищенная таким образом соль показывает под микроскопом только кубические или листоватые кристаллы без посторонних примесей. Для анализа высушивают ее в струе хлора при +200° С»⁵³.

После разложения этой соли водородом при высокой температуре по реакции



металлический рутений и хлор определялись весовым путем⁵⁴.

⁴⁹ К. К. Клаус. Избранные труды. . . , стр. 27, 28.

⁵⁰ Там же, стр. 31.

⁵¹ Там же, стр. 40, 41.

⁵² Там же, стр. 42.

⁵³ Там же, стр. 52.

⁵⁴ Там же, стр. 52, 53.

⁴⁶ К. К. Клаус. Избранные труды по химии платиновых металлов, стр. 12 и сл.

⁴⁷ Там же, стр. 17.

⁴⁸ Там же, стр. 24.

На основании данных нескольких анализов Клаус устанавливает, что состав соли определяется формулой $2\text{KCl}_2 + \text{Ru}_2\text{Cl}_6$ (в настоящее время эта соль обозначается K_2RuCl_6), а атомный вес рутения равен 651,4. В то время атомные веса вычисляли, исходя из атомного веса кислорода — 100. Если пересчитать этот вес на атомный вес кислорода, равный 16, получится число 104,2. По современным данным, атомный вес рутения равен 101,1. Во всех анализах Клауса взвешивание производилось до 0,001 г, а расчет процентов — до 0,01%.

Клаус определял также состав окислов рутения⁵⁵ и известных ранее соединений других платиновых металлов. Он пишет: «Здесь я предлагаю ученому свету мои наблюдения об этом предмете, но с некоторою робостью, потому что они в некоторых отношениях не сходятся с наблюдениями г. Берцелиуса, которого авторитет признается всеми химиками; я сначала сам сомневался в справедливости моих результатов, имея в виду работу великого химика. Это заставило меня повторять мои опыты весьма часто и с большею отчетливостью; но, получая всегда одинаковые результаты, я убедился наконец в справедливости моих наблюдений. Разность в результатах г. Берцелиуса с моими зависит, без сомнения, большею частью от того, что г. Берцелиус работал с придиом, содержащим в себе примесь рутения, тогда еще неизвестного»⁵⁶.

Состав хлористых соединений платиновых металлов устанавливался очень просто: определенное весовое количество сухого металла, восстановленного из раствора водородом, помещали в шарик стеклянной трубки и при нагревании пропускали хлор. По весу полученного соединения судили о той пропорции, в которой хлор соединяется с металлом.

Состав комплексных хлористых соединений платиновых и щелочных металлов и их окислов определялся так же, как это было описано для рутения.

Особое место в работах Клауса занимает исследование аммиачных комплексных соединений платиновых металлов. Этот вопрос затрагивается им уже в первой работе «Химическое исследование остатков уральской платиновой руды и металла рутения». Но особенно подробно он излагается в другой его работе, написанной через 10 лет, а именно: в юбилейной статье, посвященной пятидесятилетию существования Казанского университета⁵⁷.

Клаус получал углекислые, азотнокислые и хлористые соли так называемого «платинового основания», т. е. аммиачного комплекса платины. Он исследовал их состав: «Анализ углекислой и других солей были произведены следующим образом: 1) одна часть соли была смешана с углекислым натром, прокалена в фарфоровом тигле и выщелочена водой; восстановленная платина была взвешена, а из жидкости было определено количество хлора; 2) другая часть для определения азота была смешана с едким натром и с известью, было прибавлено немного сахара и сожжена по способу Фарентрапа и Вилля; 3) третья часть для определения углекислоты и водорода была сожжена по способу разложения органических веществ. Для верного определения количества кислорода соль была предварительно высушена при $160-180^\circ\text{C}$ »⁵⁸.

В дальнейшем Клаус проводил анализ солей, образованных различными кислотами с родиевыми и придиевыми аммиачными комплексами. В этих анализах количество аммиака определялось по Фарентрапу и Виллю,

⁵⁵ Путем восстановления оксида водородом и взвешивания свободного металла и образовавшейся воды.

⁵⁶ К. К. Клаус. Избранные труды..., стр. 97.

⁵⁷ C. Claus. Beiträge zur Chemie der Platinmetalle. Festschrift zur Jubelfeier des fünfzigjährigen Bestehens der Universität Kasan. Dorpat, 1854.

⁵⁸ К. К. Клаус. Избранные труды..., стр. 129—130.

содержание углекислоты в углекислой соли — по Фрезениусу в аппарате по потере веса⁵⁹.

На основании этих исследований Клаус высказывает свою точку зрения на строение аммиачных комплексов платиновых металлов, отличную от принятой тогда точки зрения Жерара и близкую к современным представлениям⁶⁰.

При анализе комплексных цианистых соединений Клаус предложил следующий метод: соль растиралась с азотнокислой закисной ртутью и смесь нагревалась в платиновом тигле. «Циан со слабой пышкой нацело сгорал и из остатка, после того как окись ртути улетучивалась, можно было точно определить металл и калий»⁶¹.

На основании изучения свойств цианистых комплексов Клаус приходит к убеждению, что платиновые металлы можно разбить на пары по аналогии их свойств, а именно: платину и палладий, иридий и родий, осмий и рутений. С открытием периодического закона Менделеева эта тождественность свойств получила свое объяснение.

В работе «Материалы к химии платиновых металлов» Клаус уделяет также большое внимание методам качественного анализа. Разделы его работы озаглавлены: «Испытание полученных металлов на чистоту», «Реакции чистых платиновых металлов», «Видоизменения, которые претерпевают первоначальные реакции отдельных платиновых металлов от примесей прочих металлов этой группы» и т. д., откуда видно, какое значение придавал Клаус чистоте препаратов. Он разработал ряд методов испытания, в частности все реакции на рутений.

В этой работе Клаус также поднимает вопрос о сопряженном растворении. Он пишет: «... нерастворимые металлы могут быть переведены в раствор, если они находятся в виде незначительной примеси к растворимому металлу, тогда как растворимые металлы становятся почти абсолютно нерастворимыми, если они точно также содержатся в нерастворимом металле, как незначительная примесь»⁶².

Таким образом, исследования Клауса преследовали практические цели выделения, разделения и определения платиновых металлов, но одновременно он решал и крупные теоретические вопросы. Для определения состава различных простых и комплексных соединений Клаус проводил многократные безукоризненно поставленные анализы, внося изменения и усовершенствования в существующие методы и предлагая новые.

Своими работами Клаус и другие русские ученые первой половины XIX в. внесли крупный вклад в развитие химии платиновых металлов.

⁵⁹ К. К. Клаус. Избранные труды..., стр. 232 и сл.

⁶⁰ О. Е. Звягинцев. Жизнь и деятельность К. К. Клауса. В книге: К. К. Клаус. Избранные труды..., стр. 277.

⁶¹ К. К. Клаус. Избранные труды, стр. 243.

⁶² Там же, стр. 176.

Ю. С. МУСАБЕКОВ

ИСТОРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СИНТЕЗА ВЕЛЕРА

Развитие органической химии до появления теории химического строения можно охарактеризовать как процесс становления этой науки. Частая смена теоретических представлений — одна из существенных черт той эпохи.

Первые теоретические обобщения в области органической химии были связаны с электрохимическим дуализмом, главным проводником которого был Я. Берцелиус. И хотя его теория электростатического взаимодействия атомов относилась в основном к неорганическим соединениям, она сыграла определенную роль и в органической химии. С электрохимическим дуализмом была генетически связана «теория радикалов» органической химии. Радикал (как группа атомов, неизменно переходящая из одного вещества в другое) в органических соединениях играл роль сложных атомов, и органическую химию в связи с этим стали рассматривать как химию сложных радикалов. Исследование соединений циана (Гей-Люссак, 1815), производных радикала бензоила (Либих и Велер, 1882) и некоторые другие исследования убедили химиков в плодотворности основ теории радикалов. Установление новых радикалов (метил, этил, ацетил и др.) по своему значению приравнивалось к открытию элементов в неорганической химии.

К этому времени относится и разработка методов органического анализа путем сжигания вещества и улавливания продуктов горения, открытие изомерии и др. Однако, несмотря на первые серьезные успехи органической химии, представление о невозможности искусственного получения органических веществ в лаборатории по-прежнему оставалось господствующим. В своем учебнике, которым пользовались тридцать лет, Берцелиус писал, что элементы неорганического мира нельзя соединять по образцам, существующим в живой природе; что в ней элементы повинуются иным законам; что органическая химия представляет собой химию растительных и животных веществ, образующихся под влиянием жизненной силы¹ и т. п. Эти идеалистические взгляды не могли продержаться особенно долго. Постепенно накопившиеся факты в корне подрывали позиции виталистов.

В 1822 г. Ф. Велер описал циановую кислоту, установил ее состав, получил циановокислый калий окислением цианистого калия, а в 1824 г. он получил щавелевую кислоту из циана². В 1825 г. Л. Гмелин получил кроконовую кислоту из окиси углерода и калия³. В 1828 г. М. Фарадей и Г. Гензель получают спирт «из маслородного газа» (этилена)⁴ и т. п. Но все эти

¹ J. J. Berzelius. Lehrbuch der Chemie. Bd. IV. Dresden, 1831, S. 3 u. 25.

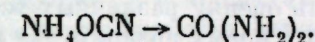
² F. Wöhler. Analytische Versuche über die Cyansäure. «Poggendorff's Annalen der Physik», 1824, Bd. 77, S. 117—124.

³ L. Gmelin. Über einige merkwürdige, bei der Darstellung des Kaliums nach der Brunnerschen Methode, erhaltene Substanzen. «Pogg. Ann. Phys.», 1825, Bd. 80, S. 31—62.

⁴ M. Faraday and H. Hennel. «Philosophical Transactions», 1828, p. 365, 371.

интересные факты из истории химического синтеза мало обратили на себя внимание современников. Сами авторы открытий не подчеркивали, что это — синтезы, и не придавали им принципиального значения. К тому же полученные искусственным путем вещества, как правило, не имели прямого отношения к жировой природе. Исключение представляла приготовленная Велером мочевины.

Еще в 1824 г. Ф. Велер наблюдал образование мочевины из цианата аммония⁵; но важность этого факта⁶ он понял лишь в 1828 г. и опубликовал⁷ специальную работу на эту тему⁸. Таким образом, Ф. Велер случайно наблюдал⁹ и только спустя четыре года расшифровал процесс термического превращения цианата аммония в мочевины, т. е. внутримолекулярную перегруппировку, изомеризацию, которую мы теперь изображаем уравнением:



Установление этого ничем особенно не примечательного процесса через некоторое времяистики науки стали рассматривать как великое открытие (причем чаще всего оно датируется 1828 г.). Ныне у широкого круга химиков представление о так называемом синтезе мочевины ассоциируется с решительной победой материализма над витализмом в органической химии. Сложилось мнение, что Велеру удалось впервые искусственным путем, в лаборатории, без участия живого организма, *in vitro*, получить типичное органическое вещество. Об этом говорится во всех учебниках органической и биологической химии и в справочных изданиях¹⁰. Синтез Велера считается

⁵ F. Wöhler. Analytische Versuche über die Cyansäure. «Pogg. Ann. Phys.», 1824, Bd. 77, 117—124.

⁶ Б. Н. Меншуткин. О первом синтезе органического вещества. «Изв. СПб. политехнич. ин-та», 1913, т. 20, вып. 1, стр. 289—292.

⁷ Из переписки Берцелиуса с Велером («Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler». Hrsg. von O. Wallach. Leipzig, 1901, Bd. I, S. 208) можно узнать некоторые подробности работ этого периода. Еще до опубликования специальной статьи о мочевины Велер писал: «Я должен Вам заявить, что могу делать мочевины, не нуждаясь при этом в почках и вообще в животном, будь это человек или собака». Но тут же проявляются философские сомнения Велера, и он советуется со своим учителем: «Можно ли это искусственное получение мочевины рассматривать как пример образования органической субстанции из неорганических веществ. Характерно то, что для получения циановой кислоты (так же как аммиака) все же всегда необходимо иметь вначале органическую субстанцию, и натур-философ может сказать, что органическое начало еще не исчезло как из животного угля, так и из образовавшихся из него цианистых соединений, и что поэтому из этих тел можно еще снова получить органическое вещество. . . Могу ли я рассчитывать на скорое получение от Вас нескольких строк по поводу этой истории?» (там же). В письме Берцелиуса, написанном в шуточных выражениях, нет прямого ответа на поставленный Велером вопрос, но Берцелиус поздравляет своего ученика с «весьма важным и солидным открытием».

⁸ F. Wöhler. Über die künstliche Bildung des Harnstoffes. «Ann. der Physik und Chemie», 1828, Bd. 12, S. 25.

⁹ Г. Кольбе, характеризуя случайность наблюдения Велера, как-то сказал: «Велер занялся поисками осленка, а нашел царство» (См. P. Walden. Die Bedeutung der Wöhlerschen Harnstoffsynthese. «Die Naturwissenschaften», 1928, H. 45—47, S. 839—845).

¹⁰ Такой участи не избежало и хорошо переработанное последнее издание «Основных начал органической химии» А. Е. Чичабаина (1953). Хотя во «Введении» (О. А. Рёвтов) приводится критическая оценка синтеза Велера (стр. 20—21), но в дальнейшем изложении снова появляется тезис: «Впервые мочевины была получена синтетически Велером» (стр. 741), или «аммониевую соль NH_4OCN , интересную тем, что с помощью ее Велером был осуществлен первый синтез органического вещества — синтез мочевины» (стр. 724). В новом издании Большой советской энциклопедии читаем: «В[елер] впервые синтезировал из неорганических веществ органическое соединение. Открытие В. положило начало органическому синтезу и нанесло удар распространному в то время реакционному учению о т. н. жизненной силе» (БСЭ, т. 7, стр. 134). Но дальше в той же статье о Велере в БСЭ приводится объективное резюме: «Окончательное разоблачение учения о жизненной силе в химии произошло только в 1860-х гг., благодаря синтезам французского химика М. Бертелло, синтезам и в особенности теории химического строения русского химика А. М. Бутлерова и работам других ученых».

настолько важной вехой в развитии органической химии, что ему посвящаются целые исследования¹¹; философы используют синтез Велера как один из самых убедительных аргументов против идеализма и т. д. Такая оценка возникла потому, что при ретроспективном взгляде на пройденный путь эволюция тех или иных теоретических воззрений часто представляется более простой. Последствия, выявленные лишь по истечении десятилетий и в результате накопления новых фактов, не учитываются. Вывод, к которому приходят исследователи постепенно, приписывается одному ученому и не всегда заслуженно. К тому же будущие поколения любят украшать историю науки различными домыслами и тем самым искажать истинный, не всегда прямой путь поступательного движения науки. В большой степени это произошло и с исторической оценкой синтеза Велера. Поэтому целесообразно периодически пересматривать оценку различных взглядов и фактов из истории науки и осмысливать их с новых позиций. По отношению к синтезу Велера такой момент, нам кажется, наступил.

Уже отмечалось, что до наблюдения Ф. Велера над образованием мочевины были известны отдельные факты искусственного получения углеродистых веществ (циановой и кроконовой кислот). В цитированной статье¹² о методологическом значении своего наблюдения Велер говорит следующее: «... при соединении циановой кислоты с аммиаком получается мочевина. Факт этот примечателен, так как дает образец искусственного получения органического вещества, так называемого животного вещества, из неорганической материи»¹³. Вся остальная часть работы Велера посвящена обоснованию аналитических результатов исследования. Далее, из переписки¹⁴ Велера с Берцелиусом можно убедиться в том, что сам Велер не придавал большого значения единичному наблюдению образования «животного вещества» в фарфоровой чашке химика (об «органическом синтезе» в то время вообще никто не говорил). Велер продолжал оставаться на виталистических позициях своего учителя. Новыми идеями о «каталитической силе» Я. Берцелиус старался закрепить свои виталистические взгляды. Наблюдение Велера не могло подорвать мнения «о необходимости участия жизненной силы при образовании органических соединений»¹⁵, которое складывалось в продолжение десятков лет. Последующие аналогичные работы (в 1831 г. Т. Ж. Пеллуз¹⁶ получил муравьиную кислоту из синильной; в 1832 г. Ф. Л. Винклер¹⁷ приготовил миндальную кислоту из горькоминдального масла, т. е. бензальдегида и синильной кислоты и др.) также не смогли внести принципиально нового в образ мышления многих химиков, находящихся в плену идеалистической философии в вопросе о «жизненной силе». К тому же все приготовленные лабораторным путем органические вещества были достаточно простыми соединениями, которые без особой натяжки могли быть отнесены к промежуточным между органическими и неорганическими телами, а иногда даже к минеральной природе.

При решении вопроса о современной оценке синтеза Велера были поставлены химические опыты¹⁸, которые дали возможность более четко выявить

¹¹ P. Walden. Die Bedeutung der Wöhlerschen Harnstoffsynthese, S. 839—845.

¹² F. Wöhler. Über die künstliche Bildung des Harnstoffes, S. 25.

¹³ Там же.

¹⁴ «Briefwechsel zwischen J. Berzelius und F. Wöhler». Hrsg. von O. Wallach. Leipzig, 1901, Bd. I, S. 208.

¹⁵ Н. А. Меншуткин. Очерк развития химических воззрений. СПб., 1888, стр. 150.

¹⁶ T. Pelouze. «Ann. de chim. et de phys.», 1831, 11, 48, p. 395.

¹⁷ F. Winkler. «Ann. Chem. Pharm.», 1832, Bd. 18, S. 310.

¹⁸ Будет правильнее сказать, что неожиданные результаты опытов по определению теплотворной способности мочевины вынуждают пересмотреть вопрос о ее природе, а отсюда и о значении синтеза Велера. Эксперименты привели к выводу, что мочевина —

природу самой мочевины. В опытах хроматометрического окисления с целью определения теплотворной способности органических веществ (метод, предложенный и разработанный в 1942—1950 гг.¹⁹) было показано, что мочевина является веществом, которое по совокупности свойств стоит значительно ближе к минеральной природе (мочевина оказалась не окисляемым хромовой смесью необугливаемым веществом; углерод в ней имеет такую же степень окисленности, как и в углекислом газе и карбонатах; в водном растворе мочевина и цианат аммония самопроизвольно изомеризируются друг в друга, образуя равновесную систему; процесс образования мочевины из аммиака и двуокиси углерода экзотермичен, вопреки утверждениям многих биохимиков²⁰; энергия белков в организме при их распаде до мочевины используется полней, чем это происходит при распаде белков до аммиака и т. д.). Поэтому синтез Велера должен быть отнесен не к органическим синтезам в современном понимании, а к процессам термической изомеризации сравнительно несложной природы веществ, ближе стоящих к неорганическим соединениям.

Многие исследователи, не понявшие сущности синтеза Велера, исходят из представления, что мочевина является типичным органическим веществом, а цианат аммония — типичным минеральным соединением. Например, П. Вальден в специальной речи, посвященной столетию со дня открытия Велером синтеза мочевины, говорит: «Велеру принадлежит открытие первого органического синтеза», или «игра случая дала в руки Фр. Велера открытие искусственного получения типичного органического вещества (мочевины)»²¹.

Основной причиной отнесения мочевины к органическим соединениям послужило то обстоятельство, что она впервые была обнаружена в выделениях животных и оказалась главным продуктом распада белков в организме млекопитающих. Этот аргумент «по происхождению» архаичен и относится к тому периоду развития естествознания, когда вещества разделялись на минеральные, растительные и животные. Однако известно, что животные в результате обмена веществ выделяют некоторые минеральные соли.

После синтеза Велера потребовались десятилетия упорного труда многих химиков, чтобы «жизненная сила» была изгнана из органической химии и укрепилась вера в большие возможности органического синтеза. Берцелиус, сам Велер, Либих (который стоял в этом вопросе на несколько более прогрессивных позициях) продолжали верить в жизненную силу. Уже в 40-х годах, спустя двадцать лет после синтеза Велера и ряда других ценных достижений химиков-синтетиков, Ш. Жерар все еще отрицал возможность синтеза типичных органических веществ и говорил, что не удастся получить из мочевины — мочевую кислоту, «из спирта — сахар, из древесного спирта либо из древесноуксусной кислоты — древесное волокно или же само дерево. В этом отношении химия совершенно бессильна и, если мои предположения правильны, останется такой навсегда. Я повторяю еще раз: химические силы прямо противоположны жизненной силе. Химик поэтому дей-

вещество, образующееся из $\text{CO}_2 + 2\text{NH}_3$ с выделением энергии, а не с поглощением ее, как это принято было считать. Далее природа мочевины и процесс ее образования стали предметом теоретического обсуждения. Энергетическая выгода удаления из организма продуктов азотистого обмена в виде мочевины (вместо аммиака и углекислого ангидрида в отдельности) находится в полном согласии с теорией экзотермичности биологических синтезов, выдвинутой советским ученым В. О. Таусоном (Н. А. Максимова. Теория экзотермичности биологических синтезов и ее создатель, «Вестн. АН СССР», 1948, вып. 1, стр. 32—36).

¹⁹ Ю. С. Мусабеков. Оксидометрический метод определения калорийности пищи. М., 1942 (и другие работы).

²⁰ Э. Абдергальден. Учебник физиологической химии. М., 1934, стр. 417 и 419. А. В. Палладин. Учебник биологической химии, изд. 12-е, М., 1946, стр. 235 и 254; Г. Шерман. Химия пищи и питания. М., 1933, стр. 104 и др.

²¹ P. Walden. Die Bedeutung der Wöhlerschen Harnstoffsynthese; S. 839—845.

ствует, в направлении, противоположном действию живой природы: он сжигает, разрушает, оперирует анализом. Жизненная же сила оперирует с помощью синтеза, она вновь воссоединяет то, что разрушается химическими силами»²². От витализма Жерар отказался под напором новых фактов только в 50-х годах, в «*Traité de chimie organique*» (1853—1856).

Витализм мог быть изгнан из органической химии в результате массовых лабораторных синтезов природных веществ, что стало возможно значительно позже велеровского наблюдения 1824—1828 гг. Изображение синтеза Велера как сокрушающего удара по витализму в 20-е годы XIX в. глубоко неверно. Некоторые представители буржуазной историографии, авторы учебников органической и биологической химии таким «гипертрофированным» изображением роли синтеза Велера в борьбе с витализмом искажают действительные пути развития химии. С современной точки зрения получение щавелевой кислоты (Ф. Велер, 1824), кроконовой кислоты (Л. Гмелин, 1825), спирта (М. Фарадей, 1828) и другие аналогичные наблюдения (хотя они также не могут считаться типичными органическими синтезами) должны быть оценены как более важные факты в истории химии.

Подлинное влияние синтеза Велера на теоретические взгляды химиков началось с середины XIX в. (а не в 20-е годы), когда синтетическое направление постепенно стало господствующим в органической химии. Свообразно истолкованная сущность наблюдения Велера над цианатом аммония стала играть положительную роль в деле формирования прогрессивных материалистических взглядов естествоиспытателей. Хотя превращение цианата в карбамид не было синтезом в современном толковании, но, понятое как синтез, оно приобрело большое значение в борьбе материализма против идеализма в органической химии. Синтез Велера со временем занял в аргументации материалистов настолько большое место, что оценка этого наблюдения Велера затмила его другие бесспорно более крупные научные открытия и достижения. Ф. Велер был одним из крупнейших химиков XIX в., но с точки зрения современной химии основные заслуги его — это открытие алюминия, разработка химии бора, кремния и титана, обстоятельное исследование (совместно с Либихом) производных бензоила, участие в открытии изомерии, получение карбида кальция, щавелевой кислоты из циана и другие, наблюдение же изомеризации цианата аммония в мочевины — это одно из его открытий и не самое важное.

Успехи органического синтеза стремительно увеличивали число и разнообразие вновь получаемых соединений, целых классов веществ. Показателем этих успехов может служить эволюция известного руководства Л. Гмелина по химии. Во второй части этой книги приводились сведения всего о 80 сравнительно подробно изученных органических соединениях. Через пять лет, в 1848 г., Гмелин уже обращался к химикам-органикам с призывом приостановить (!) свою «завоевательную» деятельность, иначе, мол, он никогда не сможет закончить составление своего многотомного труда. Так оно и вышло. Гмелин умер в 1853 г., успев издать всего пять томов четвертого издания своего «*Handbuch der Chemie*»; его работу продолжали другие.

Из важнейших открытий экспериментальной органической химии добултеровского периода можно отметить следующие: получение хинона А. А. Воскресенским (1838), анилина и других ароматических аминов из нитросоединений Н. Н. Зининым (с 1842 г.), уксусной кислоты Г. Кольбе (1845), синтетических жиров М. Бертелло (1854), таурина А. Шгреккером (1854), полинитросоединений метана Л. Н. Шишковым (1857), первых анилиновых красителей — мовеина В. Перкиным и фуксина Я. Натансоном (1856) и др. Все эти и многие другие исследования проводились без общей руко-

²² Ch. Gerhardt. *Précis de chimie organique*, v. 1. Paris, 1844—1845, pp. 3 et 23.

дующей идеи, наугад или же по аналогии. И все же ими была подготовлена почва для убеждения всех химиков в плодотворности органического синтеза и для перехода к прогрессивным материалистическим взглядам на задачи и пути развития органической химии. В этом смысле особенно велики заслуги М. Бертелло и А. М. Бултерова.

Марселен Бертелло осуществил серию блестящих синтезов, исходя из простейших соединений, иногда даже из свободных элементов (простых веществ). Он приготовил этиловый спирт из этилена и воды²³, муравьиную кислоту из окиси углерода и едкого кали (1855)²⁴, получил углеводороды из сероуглерода и сероводорода с участием меди (1856). Определив глицерин трехатомным спиртом, Бертелло соединяет его с жирными кислотами, получая моно-, ди- и триглицериды, т. е. жиры (1854). Позже Бертелло из ацетилена получает бензол, нафталин и другие ароматические углеводороды, а ацетилен синтезирует из углерода и водорода и т. д. Все эти работы произвели на современников Бертелло большое впечатление и очень помогли развеять миф о «жизненной силе». М. Бертелло с гордостью говорил, что целью его исследовательской работы является изгнание жизненной силы из химико-органических толкований. Отличительную черту химии, по сравнению с историческими и биологическими науками, он видел в том, что химия сама создает объект своего исследования²⁵. Однако в замечательной экспериментальной работе М. Бертелло были два недостатка, мешавшие его успешной деятельности.

Во-первых, Бертелло в вопросах теории органической химии был поборником эмпиризма, консерватором. В отчете о заграничной командировке 1861 г. Бултеров писал: «Бертелло, поборник эмпиризма, реакционер в науке и, как обыкновенно бывает с оппонентами, слишком далеко увлекается своим отрицанием теорий; указывая на соотношения между продуктами разложения веществ и способами их синтетического образования, он в то же время отказывается выражать эти соотношения в формулах и не хочет истолковывать их. Не значит ли это добровольно отказываться от шага вперед?»²⁶ Бертелло продолжительное время выступал против материалистической теории химического строения и только в 90-е годы XIX в. признал ее. Такой консерватизм²⁷ не мог не отразиться на результатах деятельности ученого.

Во-вторых, Бертелло в своих синтезах пользовался настолько жесткими условиями проведения реакций (высокие температуры), что это не давало возможности проникнуть во внутреннее строение молекул, выяснить характер связи атомов в молекуле и познать химизм процесса. Об этом говорил В. В. Марковников в своей «Московской речи о Бултерове». «Блестящие синтезы Бертелло, без сомнения, имели громадный интерес в свое время, показав возможность искусственно, в лаборатории создавать весьма сложные вещества, исходя из самых простых соединений. Но они мало содействовали разъяснению внутреннего строения синтетически образованной частицы потому, что осуществлялись большей частью при таких высоких температурах, когда происходит целый ряд сочетаний и новых расщеплений частиц. Так что нет почти возможности точно определить, какие формы

²³ M. Berthelot. «Comptes rendus», 1855, t. 40, p. 102.

²⁴ M. Berthelot. «Comptes rendus», 1855, t. 41, p. 955.

²⁵ M. Berthelot. «La synthèse chimique». Paris, 1876. Livre premier. Exposition historique des progrès de la chimie organique, p. 33; Livre second. La chimie organique fondée sur la synthèse, p. 215.

²⁶ А. М. Бултеров. Поездка за границу, летом 1861 года, и ее результаты. «Избранные работы по органической химии», М., 1951, стр. 478.

²⁷ Консерватизм М. Бертелло проявился и в том, что он не сумел оценить и другого великого достижения химии второй половины XIX в. — периодической системы элементов Д. И. Менделеева. Бертелло выступал также и против стереохимических идей Вант-Гоффа и Ле-Бели, против теории электролитической диссоциации С. Аррениуса.

вещества послужили материалом для происхождения тел в последнюю стадию их образования»²⁸.

Этих недостатков не было в классических синтезах и методологии исследований А. М. Бутлерова.

В экспериментальной работе Бутлеров всегда старался «выяснить во всех мельчайших подробностях ход изучаемой реакции, не пренебрегая так называемыми побочными продуктами», он считал, что не следует «увлекаться погоней за новыми соединениями»; в отличие от Бертелло, Бутлеров «всегда стремился к изучению реакций при таких условиях, которые бы оказывали наименьшее влияние на их конечные результаты»²⁹. Именно эти особенности экспериментальных работ Бутлерова помогли ему выполнить серию замечательных синтезов.

С созданием теории химического строения наступает качественно новый период развития органической химии, когда экспериментальные исследования направляются в основном на выяснение внутримолекулярной структуры веществ и получение соединений, предвиденных теорией. Сама теория строения развивается в борьбе с ее противниками и становится главной руководящей концепцией во всей обширной работе химиков-органиков, оказывая также глубокое влияние на развитие других разделов общей химии.

Начиная с 60-х годов XIX в. синтетическое направление становится преобладающим в органической химии и способствует ее расцвету. Теоретические изыскания Бутлерова, его школы, последователей, зарубежных «структуристов» оказывают весьма плодотворное влияние на развитие многих отраслей химической промышленности. С другой стороны, запросы промышленности (в середине и второй половине XIX в. — красочная, фармацевтическая, угольная, нефтяная, эфиромасличная и другие отрасли) оказывали мощное влияние на тематику научных исследований по органической химии.

* * *

Реальные возможности органического синтеза как метода познания строения веществ выявились только в середине и второй половине прошлого столетия благодаря трудам многих химиков, особенно М. Бертелло и А. М. Бутлерова.

О гносеологическом значении органического синтеза Ф. Энгельс писал: «А то, что мы сами можем сделать, мы уже, конечно, не можем назвать непознаваемым. Подобными таинственными существами для химии первой половины нашего столетия были органические вещества. Теперь нам удастся составлять их одно за другим из их химических элементов и без помощи органических процессов»³⁰.

Из общего числа известных к настоящему времени органических соединений (до миллиона) большинство представляет собой синтетические вещества, не встречающиеся в растении, животных и минеральной природе. Достаточно сказать, что химиками получено только синтетических красителей и лекарственных веществ по несколько десятков тысяч.

Слоная вера в «жизненную силу» и лозунг агностиков «Ignorabimus» («не узнаем») никогда не содействовали прогрессу науки. Но, чтобы эти порокания были изгнаны из органической химии, совсем недостаточными оказались такие наблюдения, как превращение цианата аммония в моче-

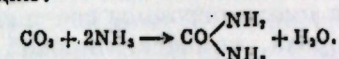
²⁸ В. В. Марковников. Московская речь о Бутлерове. Труды Ин-та истории естествознания и техники, 1956, т. 12, стр. 151.

²⁹ Там же.

³⁰ Ф. Энгельс. Развитие социализма от утопии к науке. Госполитиздат, 1952, стр. 13.

вину (именуемое синтезом Велера)³¹, а потребовались десятилетия упорного труда многих химиков. Признание естествоиспытателями химико-органического синтеза как мощного орудия познания и власти над природой пришло только в середине XIX в. (50—60-е годы), когда серия эмпирических синтезов М. Бертелло, с одной стороны, и материалистическая теория химического строения вместе с предсказанными теорией синтеза А. М. Бутлерова — с другой, изгнали из химии агностицизм и витализм, вывели органическую химию из тупика и направили ее в естественное русло развития. Вот почему подлинными основателями синтетической органической химии должны считаться М. Бертелло и А. М. Бутлеров.

³¹ Подлинный синтез мочевины были осуществлены Я. Натансоном и А. И. Базаровым. Я. Натансон в 1856 г. получил мочевины взаимодействием фосгена с аммиаком (Я. Натансон. Über zwei neue künstliche Bildungsweisen des Harnstoffs. «Ann. Chem. Pharm.», 1856, Bd. 118, 287), доказав этой реакцией карбамидную природу вещества. А. И. Базаров в 1868—1869 гг. получил мочевины взаимодействием при 130—140° карбамата и карбоната аммония (А. И. Базаров. Directe Darstellung des Harnstoffs aus Kohlensäure und Ammoniak. «Journ. prakt. Chem. (N. F.)», 1870, Bd. 1, 283—288), т. е. фактически осуществил реакцию:



Эта реакция, идущая с выделением тепла, в настоящее время широко используется промышленностью для получения мочевины. Интересные подробности этого открытия можно найти в трудах А. И. Базарова, а также в его письмах к А. М. Бутлерову (Архив АН СССР, ф. 22, оп. 2, № 9).

П. М. ЛУКЬЯНОВ

НИКОЛА ЛЕБЛАН

(К 150-летию открытия метода получения искусственной соды)

В истории науки и техники имеется немало примеров; когда отдельные открытия или изобретения имели огромное значение в жизни народов, как, например, изобретение пороха, компаса, паровой машины, механического прядения и ткачества, электричества и т. д.

Открытие Лебланом метода получения искусственной соды родилось в результате настоятельной потребности людей в соде, которая и в настоящее время является важным химическим продуктом, необходимым для народного хозяйства.

Выдающийся французский химик середины XIX в. Жан-Батист-Андре Дюма (1800—1884), скупой на похвалы, на заседании, посвященном 50-летию со дня смерти Леблана, 31 марта 1856 г. сказал: «Открытие искусственной соды есть одно из наиболее значительных благодеяний, если не самое значительное среди тех, которые новая наука дала человечеству. . . То, что сделал Леблан, может быть приравнено только к открытию Уатта в механике. . . Два человека нашли в последнее столетие средство доставить другим людям максимальное благополучие и максимальные удобства в жизни; это без сомнения Уатт и Леблан»¹.

Сода и изготавливаемые из нее продукты, по словам Дюма, «бесшумно проникают в наши жилища, как предметы прямого или косвенного потребления. . . , применяются во всех химических предприятиях, как неотъемлемые элементы или как вспомогательные продукты производства»².

О значении соды в народном хозяйстве писал в 1867 г. Д. И. Менделеев: «Ныне нельзя себе и представить развитой промышленности без потребления соды»³.

В. В. Марковников несколько позднее отмечал: «Для определения степени развития химической промышленности служит размер производства серной кислоты или соды»⁴.

В далеком прошлом для изготовления стекла и калиевой селитры, необходимой для производства пороха, в ряде стран (Англии, России, Голландии

¹ «Comptes rendus de Séances de l'Académie des Sciences», 1856, № 42, pp. 555—556. (Цит. по книге: М. Раскин. Николай Леблан. Творцы машин. (Жизнь замечательных людей). Журн.-газ. объедин., 1937, стр. 125.

² Цит. по книге: О. А. Старосельская - Никитина. Очерки по истории науки и техники периода французской буржуазной революции 1789—1794 гг. Изд-во АН СССР, 1946, стр. 211.

³ «Обзор всемирной Парижской выставки 1867 года». СПб., 1868, стр. 7.

⁴ В. В. Марковников. Современная химия и русская химическая промышленность. М., 1879, стр. 25.

и др.) применяли золу древесины и трав, которая, как известно, содержит небольшое количество поташа (углекислого калия). Позднее, из золы растений стали извлекать поташ, получая продукт, содержащий около 70% и выше углекислого калия⁵.

Производство поташа было особенно развито в России. Еще в начале XVII в. в России было налажено производство высококачественного поташа, который не только удовлетворял нужды русских стекольных заводов, но и в значительном количестве экспортировался за границу, в частности в Англию, Голландию и Францию.

До конца XVIII в. применяли главным образом растительную соду и соду египетских озер. Конец XVIII в. в области химической индустрии знаменателен открытием метода получения искусственной соды, предложенного и разработанного французом Никола Лебланом, имя которого заслуженно вошло в историю мировой химической промышленности.

Никола Леблан родился 6 декабря 1742 г. во Франции в местечке Ивой-ле-Прэ⁶, около города Иссуден (Issoudun) департамента Эндрэ, провинции Берри. Его отец был управляющим металлургическим заводом. В 1751 г., после смерти отца, девятилетний Леблан поселился у друга своего отца, хирурга селения Ле-Бурже (около Парижа), господина Бику. В 1759 г. Леблан под влиянием хирурга Бьена (Bien) поступает в Парижскую хирургическую школу. В этой школе Леблан, кроме медицины, стал изучать химию. Его учителями были известные химики того времени — Дарсе (1725—1801)⁷ и В. Руэль (1703—1770). Развитию интереса к химии немало способствовала и его дружба с химиком Фуркруа (1755—1809).

Ученики хирургической школы организовали кружок по изучению химии, из которого впоследствии вышли выдающиеся деятели в области химической науки.

Окончив школу и получив диплом хирурга, Леблан около 1780 г. поступает на должность врача-хирурга при дворе герцога Орлеанского, владельца ряда крупных промышленных предприятий Франции. В доме герцога Орлеанского нередко собирались люди науки и обсуждались различные новые технические проблемы. Несомненно Леблан общался тогда с знаменитым химиком Клодом Луи Бертолле (1748—1822), который, будучи доктором медицины, также был на службе у герцога Орлеанского.

Леблан больше интересовался химией и химической технологией, чем медициной. В мае 1788 г. он представил Парижской Академии наук работу о кристаллизации солей; специальная комиссия, рассмотревшая эту работу, дала ей блестящую оценку. В бумагах Леблана, обнаруженных после его смерти, была найдена незаконченная работа: «Сравнительный анализ французского и английского каменного угля»⁸. Леблан работал над методом получения чистого никеля, открытого Кронштедтом в 1754 г.; изучал методы получения селитры, окиси ртути, нашатыря.

В период якобинской диктатуры Леблан управлял селитренными и пороховыми заводами, находившимися в ведении Парижского арсенала; по поручению революционного правительства Леблан составил проект хирургического госпиталя в Париже; в июне 1795 г. Леблану было поручено найти залежи квасцового камня и купороса, необходимые для текстильной про-

⁵ П. М. Лукьянов. История химических промыслов и химической промышленности России. Изд-во АН СССР, т. II, 1948, стр. 142.

⁶ R. E. Oeser. Nicolas Leblanc. «Journal of Chemical Education», 1942, v. 19, № 12, p. 567.

⁷ Ж. Дарсе (D'Arcet или Darcet) — первый профессор химического королевского колледжа, член Королевской Академии наук.

⁸ Н. М. Раскин. Н. Леблан. (Пионеры машинной индустрии). Изд-во АН СССР, 1937, стр. 123.

мышленности. В период Консульства он являлся депутатом Совета старейшин Парижского департамента 1798 г. В 1790 г. Леблан состоял профессором «прикладной химии» и читал лекции во дворце Пале-Рояль.

В 1775 г. Парижская Академия наук объявила конкурс на лучший способ получения искусственной соды. Была назначена премия за наиболее простой метод получения соды из поваренной соли⁹. В 1783 г. Академия объявила конкурс вторично; в условиях конкурса было сказано, что премия (2400 ливров, т. е. около 900 руб. золотом) будет выдана тому, кто найдет «наиболее простой и наиболее экономичный способ разложения больших количеств морской соли и выделения из нее щелочи».

Представленные на конкурс работы Малерба, Карны, Шееле, Лавуазье, Шапталы и других были признаны экономически невыгодными и отвергнуты. В одной из этих работ описывался метод, предложенный бенедиктинским монахом Малербом, который в 1777 г. поставил опыты по получению соды из глауберовой соли; метод состоял в прокаливании глауберовой соли с углем и железом. В 1779 г. техник Альбан построил около Парижа завод по производству соды по методу, предложенному Малербом¹⁰. Однако завод не оправдал себя и был закрыт.

По методу К. Шееле (1742—1786), открытому им в 1782 г., работал содовый завод в Пикардии. На этом заводе соду получали из влажной смеси, состоящей из поваренной соли и извести, подверженной действию воздуха. Сода отлагалась на поверхности смеси в виде налета. Однако и этот завод был вскоре закрыт.

В 1787 г.¹¹, т. е. через четыре года после объявленного Академией наук вторичного конкурса, Леблан приступил к опытам получения соды, которые в первое время успеха не имели. Позднее (точная дата неизвестна) Леблан открыл способ получения соды из поваренной соли. Действием серной кислоты он сначала превращал поваренную соль в глауберовую, а затем, прокаливая последнюю с углем и известняком в пламенной печи, получал плав, из которого водой извлекал соду. В результате упаривания раствора получалась довольно чистая сода.

При прокаливании глауберовой соли с углем получается в форме плава сернистый натрий, в котором всегда содержится небольшое количество (до 13%) соды. Вводя в прокаливаемую смесь известняк, Леблан получал соду, так как при этом почти весь сернистый натрий превращался в углекислый, или в соду! В этой добавке в смесь соли и угля известняка — великая заслуга Леблана!

Как указывалось выше, и до Леблана были попытки получить соду из глауберовой соли. Леблан использовал научное и техническое наследство своих предшественников в области технологии.

Два компонента (из трех), необходимых для получения соды, были подсказаны Леблану еще Де-Ляметри, поскольку он знал о его статье, помещенной в 1789 г. в «Journal de physique»¹². Об этом Леблан писал следующее: «Гражданин Ляметри поместил статью в Journal de physique и свои замечания о разложении сульфата натрия при нагревании его с углем; он не сомневается, что новые опыты обнаружат когда-нибудь средства полностью разлагать этот сульфат, называемый глауберовой солью. Я ухватился за эту идею и добавлением углекислой извести вполне достиг своей цели. Я

⁹ «Comptes rendus», 1856, p. 555 (Доклад комиссии, в состав которой входили Гиенар, Шеврель, Пелуз, Дюма и другие химики, по поводу претензии потомков Леблана к Наполеону III в 1855 г. о вознаграждении за несправедливость, проявленную к Леблану).

¹⁰ Я. Я. Никитинский. Монография содового производства. М., 1879, стр. 109.

¹¹ По другим данным, в 1789 г.

¹² «Journal de physique», 1789, № 34, p. 44.

сообщил Ляметри, что его замечаниям я обязан этим первым успехам, потому что они были поводом к моему последнему труду»¹³.

Малбер «подсказал» Леблану, что за основу нужно брать глауберову соль, которая получалась из поваренной соли при нагревании ее с серной кислотой.

Неизвестно, знал ли Леблан об опытах русского академика К. Лаксмана (1737—1796), который еще в 1764 г. поставил опыты по получению соды из естественной глауберовой соли. Лаксман брал «горькую соль» (добываемую в Сибири близ г. Барнаула, где впоследствии в 1864 г. возник первый в России завод, изготовлявший соду по способу Леблана), смешивал ее с углем и помещал «в раскаленную перепепливающую печь», в которой прокаливал смесь в течение нескольких часов при тщательном перемешивании. Он писал, что извлеченная из печи соль «доказала все свойства соды или чистой щелочной соли из царства ископаемых»¹⁴.

В России, по-видимому, не знали об открытии Леблана. Через два года после официального получения им патента на способ получения искусственной соды в 1793 г. Вольное экономическое общество в «С.-Петербургских ведомостях»¹⁵ поместило объявление о конкурсе на лучший способ получения соды из отечественного сырья. Однако поступившие на конкурс две работы не были вполне удовлетворительными. В 1829 г. Петербургская Академия наук снова объявила конкурс¹⁶. В 1831 г. на конкурс были присланы три работы, из которых только одна, а именно работа иностранца К. Ф. Прюкнера, удовлетворяла условиям конкурса. Хотя за эту работу была выдана премия, но сам способ, как экономически невыгодный, связанный с затратой окиси меди, не нашел практического применения¹⁷. Следует отметить, что в 1829 г. соду в России изготовляли уже, по-видимому, по способу Леблана¹⁸.

В 1789 г. Леблан предложил герцогу Орлеанскому свои услуги в организации предприятия для получения соды по разработанному им методу. Герцог Орлеанский согласился внести на постройку завода 200 000 ливров (около 75 000 рублей золотом по курсу того времени). В феврале 1790 г. в Лондоне был заключен договор, подписанный герцогом Орлеанским, Лебланом, Дизе и Г. Ше. В одном из пунктов этого договора было сказано о внесении герцогом Орлеанским на организацию содового завода указанной суммы денег и об обязательстве Леблана (совместно с Дизе) изложить письменно сущность способа получения соды. В договоре утверждается принадлежность метода получения соды исключительно Леблану. Пакет, в котором содержалось изложение сущности метода, был вскрыт 27 марта 1790 г. В документе говорилось: «Берется произвольное количество глауберовой соли, смешивается с половинным количеством мела (в дальнейшем упоминается и известняк. — Лам.) и четвертным угля; все вместе тонко размалывается и смешивается»¹⁹. Затем описывалось, как прокаливается полученная смесь, как из нее выщелачивается сода и т. д.

¹³ «Comptes rendus», 1856, № 42, p. 555—556.

¹⁴ К. Лаксман. О введении в употребление щелочной ископаемой соли на стеклоплавильных заводах вместо поташа. «Труды Вольного экономического общества», 1798, ч. III (52), стр. 243.

¹⁵ «Прибавление к С.-Петербургским ведомостям», № 101, от 20 декабря 1793 г. (объявление в «Прибавлении» № 5); «Труды Вольного экономического общества», 1793 г. ч. XVII, стр. 369.

¹⁶ «Recueil des actes de la séance publique de l'Académie impériale des Sciences de St.-Petersbourg le 29 décembre 1829», 1830, p. 226—234.

¹⁷ Описание способа Прюкнера помещено в «Mémoires présentés à l'Académie des Sciences de St.-Petersbourg par divers savants», 1835, t. II, pp. 29—48.

¹⁸ «Журнал мануфактур и торговли», 1829, № 5, стр. 66; 1829, № 4, стр. 16.

¹⁹ Я. Я. Никитинский. Цит. соч., 1879, стр. 111.

15 января 1794 г. началась постройка завода (в Сен-Дени, близ Парижа); новым нотариальным актом фиксировалось участие отдельных лиц в прибылях. Наконец, 27 января того же года был заключен договор, согласно которому Леблан, в случае если прибыль не будет достигать ожидаемой суммы, будет получать оклад в 4000 ливров в год.

Наконец, 25 сентября 1794 г. Леблан во Франции получил привилегию за № 4 на способ изготовления соды сроком на 15 лет²⁰. В привилегии был подробно описан метод, соотношение необходимых для получения шлага «безводной глауберовой соли» (т. е. сульфата натрия), известняка (или мела) и угля. Указаны размеры печи, продолжительность прокаливания смеси и т. д. Получить в то время патент было не просто. Выдаче его предшествовало обследование завода комиссией в составе члена Академии наук проф. Дарсо, генерального инспектора и директора мануфактур Франции Н. Демаре и представителя патентного бюро Клода-Роти де Сервиора.

Сравнивая описание способа получения соды, изложенное Лебланом в письме, вскрытом 27 марта 1790 г., с описанием его в привилегии, полученной Лебланом 25 сентября 1794 г., видно, что за 18 месяцев Леблан в значительной степени развил, уточнил и усовершенствовал свой метод. В течение этого времени он систематически работал в лаборатории и на содовом заводе в Сен-Дени, на котором изготовлялось ежедневно 250—300 кг соды.

В 1793 г., в период Французской буржуазной революции, герцог Орлеанский был казнен, а его имущество конфисковано. Завод оставался в руках Леблана, но отсутствие средств мешало нормальному ходу работы. Здесь уместно привести высказывание К. Маркса: «... издержки, которых требует ведение предприятия, применяющего новые изобретения, всегда значительно больше, чем издержки последующих предприятий, возникших на его развалинах. ... Это до такой степени верно, что обыкновенно предприниматели-новаторы банкротятся, и лишь их последователи. ... процветают»²¹. Это в целом относится и к Леблану, который не имел средств для поддержания работы завода; он не получил премии, обещанной Академией наук, поскольку Академия наук была распущена ввиду ее реакционности и проводимого ею саботажа мероприятий революционного правительства.

Во время войны, которую вела молодая Французская республика со многими странами Европы, когда английский флот господствовал на море и коммерческие связи с иностранными державами были прерваны, импорт соды во Францию был прекращен. Франция была вынуждена собственными силами организовать свою содовую промышленность.

Для производства селитры был необходим поташ; встал вопрос о замене поташа, применявшегося для изготовления стекла, содой. Требовалась сода и в текстильной промышленности и для изготовления мыла. Учитывая все это, «Комитет общественного спасения» 31 января 1794 г. опубликовал в официальном органе национального Конвента «*Moniteur universel*» постановление, в котором говорилось о необходимости организации содовой промышленности²².

«Комитет общественного спасения» обратился к французским гражданам с просьбой представить ему на рассмотрение точные описания процессов производства соды. В «Обращении» говорилось: «Настоящий республиканец не колеблется потратить даже самую свою собственность — при мысли о призыве Отечества, которое требует его помощи».

²⁰ И. Я. Никитинский. Цит. соч., 1870, стр. 113.

²¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Сочинения, т. XIX, ч. I, стр. 100.

²² Ю. Ю. Гессен. Очерки истории производства соды. 1951, Госхимиздат стр. 34.

В Комиссию, организованную при «Комитете общественного спасения» и состоявшую из крупных химиков того времени — Леллевра, Пеллетье²³, Жиру и Дарсо, поступило около 30 предложений; Комиссия признала лучшим способ Леблана.

В связи с позванием «Комитета общественного спасения» совладелец содового завода и друг Леблана Ше 13 февраля 1794 г. написал Леблану, чтобы тот «пожертвовал свой секрет» получения соды.

Однако завод Леблана не был восстановлен, и оборудование его неизвестно почему было продано с публичного торга. Впоследствии (в 1800 г.) Министерство финансов в форме вознаграждения за понесенные Лебланом убытки передало ему завод Франсиада; кроме того, «Комитет общественного благосостояния» еще 19 августа 1794 г. выдал Леблану 4000 ливров за обнародованный им способ получения соды.

В последние годы жизни Леблан занимался изготовлением цветных медальонов, которые продавала его больная жена. Его дочери добывали средства к существованию шитьем. Семья бедствовала. В 1799 г. Леблан обратился за помощью к правительству Наполеона, которое постановило выдать ему 3000 франков в качестве компенсации за конфискованный у него завод. Однако Леблан получил всего лишь 600 франков. В апреле 1801 г. ему был возвращен содовый завод, но без оборудования, так как оно было распродано. Не имея средств и компаньонов, Леблан не мог восстановить завод.

Леблан решает уехать в Россию, куда, в связи с развитием текстильной промышленности, в большом количестве импортировали соду. В письме, которое Леблан собирался отправить Александру I²⁴, он писал: «Россия могла бы найти в соде источник большой торговли». Письмо, по-видимому, отправлено не было.

Обладатель бездействующего завода Леблан просил Коммерческий трибунал Наполеона ликвидировать завод, от которого остались лишь здания. Арбитраж присудил Леблану 52 473 франка, но долги оказались выше этой суммы. 16 января 1806 г. Леблан лишил себя жизни.

Уже через 13 лет после смерти Леблана, а именно в 1819 г., его бывший компаньон Дизо пытался доказать, что не Леблан, а он, Дизо, является изобретателем метода получения искусственной соды. Однако эти притязания были отвергнуты. Больше того, через министра внутренних дел семье Леблана была передана «признательность» и сказано при этом, что метод получения искусственной соды есть наиболее важное открытие за последние 30 лет.

В год своей смерти, в 1852 г., Дизо снова поднял вопрос о приоритете. В результате тщательного изучения всех материалов, относящихся к этому делу, Комиссия Академии наук признала, что «важное открытие способа, которым получается сода из поваренной соли, принадлежит исключительно только Леблану»²⁵.

Особенное развитие производству соды по способу Леблана получило в Англии, где первый содовый завод был открыт в 1823 г. В Германии соду начали изготавливать в 1802 г., но производство ее не получило такого бурного развития, как в Англии. На родине Леблана — во Франции — второй содовый завод (после завода Леблана) начал работать в 1805 г. Вскоре возникло множество и других содовых заводов. В начале 20-х годов XIX в. во Франции производством соды по методу Леблана применяло 25 тыс. т

²³ Пеллетье совместно с Оливье, Атоном и другими в 1792 г. начал издавать в Париже «Журнал естественной истории».

²⁴ Письмо Александру I найдено биографом Леблана Анастаси (A n a s t a s i. Nicolas Leblanc, sa vie, ses travaux et l'histoire de la soude artificielle. Paris, 1884).

²⁵ И. Я. Никитинский. Цит. соч., 1870, стр. 110.

в год; внутреннее производство равнялось примерно ввозу, который постепенно падал; в 30-х годах XIX в. ввоз испанской соды не превышал 7 тыс. т в год, а в дальнейшем и совсем прекратился.

В России первый завод (М. Прайга), изготавливавший соду по способу Леблана из естественной глауберовой соли, начал работать в Сибири (близ г. Барнаула) с 1864 г. Возникновение производства соды из искусственного сульфата тормозилось в России существовавшим акцизом на соль, который был отменен для предприятий, изготавливавших соду, только в 1867 г.²⁰

В 1889 г. в Вятской губ. (на берегу р. Камы) на заводе К. Ушакова был построен большой цех по производству соды методом Леблана, который просуществовал до 1913 г. Развитие производства соды по способу Леблана и его конкуренция во второй половине XIX в. с более совершенным аммиачным способом оказались некоторое время возможными благодаря методу утилизации отходов леблановского процесса — сернистого кальция.

Получение соды по способу Леблана было возобновлено у нас во время Великой Отечественной войны. Три содовых завода на Украине — «Дон-сода», старый и новый заводы в Славянске — оказались на территории, временно оккупированной фашистами. Страна лишилась около 65% мощности содовых заводов. И вот тогда снова обратились к способу Леблана, который хотя и являлся менее совершенным, чем аммиачный метод, однако позволил очень быстро организовать производство соды.

Еще в начале настоящего столетия в Англии были заводы, изготавливавшие соду по способу Леблана. В Германии (Штольберг) подобный завод был закрыт в начале 20-х годов XX в.

История открытия и развития способа Леблана является ярким примером тесного взаимодействия химической науки, техники и экономики. Имя Леблана, великого изобретателя, прочно вошло в историю мировой химической промышленности.

²⁰ И. М. Лукьянов. Цит. соч., т. III, 1951, стр. 657.

И. В. БАТЮШКОВА

РАЗВИТИЕ ТЕОРИЙ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ИСКОПАЕМОГО УГЛЯ (ДО СЕРЕДИНЫ XIX в.)¹

Теории битуминозного и минерального происхождения углей. Создание М. В. Ломоносовым теории происхождения угля из торфа

Первые сведения о каменном угле относятся к глубокой древности. О каменном угле, который горит как древесный, пишет Теофраст (371—284 гг. до н. э.); упоминания о месторождениях угля имеются также у Плиния-старшего (23—79 гг. н. э.).

В средние века в процессе эмпирического познания природы были найдены отдельные месторождения такого ископаемого угля, на котором почти отсутствовали отпечатки растений. Но обнаружив в угле органических остатков, многие ученые средних веков и даже более позднего периода (XVI—XVII в.) считали каменные угли затвердевшими битумами².

Георг Агрикола в 1546 г.³ дал подробное описание ископаемых углей и указал их месторождения в Шотландии, Испании, Богемии и других странах. Ему были известны также месторождения «горючей земли», которые он называл «псевдovolканы» вследствие их способности к подземным пожарам. Однако все ископаемые угли Агрикола считал «земляными битумами». Такого же мнения придерживался Конрад Геснер (1565)⁴, Ломинус Ломинус (1573)⁵ и др. Битуминозная теория происхождения углей имела распространение и позднее — в XVIII и даже в начале XIX в.

Известный ученый, минералог Валентини (М. В. Valentini) утверждал, что ископаемый уголь — это твердая субстанция, состоящая из смолы и шифера (1704 г.). Эта субстанция, как писал Валентини, по мнению некоторых ученых является солью или маткой каменного масла (нефти), которая выплавилась из него под действием подземного огня.

Наряду с теорией битуминозного происхождения каменного угля, с давних времен имели также распространение взгляды о его минеральном происхождении. Так, в 1561 г. чешский ученый Маттиолус⁶ считал, что камень

¹ В настоящей статье рассматривается наименее изученный период в развитии теорий происхождения ископаемых углей — с древнейших времен до середины XIX в., так как работы более поздних периодов изучены достаточно полно.

² По современным представлениям, битумы относятся к группе каустобиолитов, т. е. имеют органическое происхождение. Однако в то время под битумами понимали смесь «землиной смолы» и земли или камня. Поэтому нам представляется, что битуминозную теорию, которой придерживались ученые древних и средних веков, следует считать неорганической теорией происхождения ископаемых углей.

³ G. Agricola. De natura fossilium. Basel, 1546.

⁴ C. Gesner. De omni rerum fossilium genere. Tiguri, 1565.

⁵ L. Lomius. De occultis naturae miraculis Coloniae Agrippinae, 1573.

⁶ P. A. Matthioli. Epistolae medicinalium libri quinque. Praga, 1561.

может превратиться в уголь под воздействием находящихся в земле «угольных соков».

В 1693 г. немецкий ученый И. Бюнтинг писал, что каменный уголь — это минеральное вещество, смешанное с каменной солью и серой⁷.

В XVI—XVII вв., под влиянием учения церкви о неизменяемости природы, в геологической науке большое развитие получила теория дилuviанизма, согласно которой рельеф земли образовался под действием «всемирного потопа» и с того времени оставался неизменным. Эта теория получила отражение и в представлениях о происхождении ископаемого угля. Сторонники подобных воззрений, высказывая правильный взгляд на происхождение ископаемого угля из деревьев, считали эти деревья остатками лесов, затопленных во время «всемирного потопа». Подобных взглядов придерживались Б. Клейн (B. Klein, 1592), Фолькман (G. A. Volkman, 1720), Шейхцер (J. J. Scheuchzer, 1746)⁸.

Таким образом, теории битуминозного, минерального и растительного происхождения ископаемого угля имеют очень давнюю историю. В XVI—XVII вв. господствующими являлись теории битуминозного и минерального происхождения ископаемых углей, в XVIII в. все большее распространение начала получать теория растительного происхождения.

В России первые находки месторождений каменного угля относятся, как известно, к началу XVIII в. (открытие Григорием Капустинным каменного угля на Дону в 1721 г.). Естественно, что до этого времени русские ученые не проявляли особого интереса к вопросам происхождения каменного угля. После открытия угля на Дону и последующих открытий других месторождений ископаемый уголь начал быстро входить в употребление и вскоре получил широкое применение в промышленности. К середине XVIII в. в России усиливается интерес к этому горючему ископаемому. Следует отметить, что на основании обобщения зарубежных исследований и непосредственных практических наблюдений русские ученые уже в первой половине XVIII в. придерживались теории растительного происхождения угля. Так, С. П. Крашенинников во время своих исследований на Камчатке, описывая месторождение ископаемого угля в устье реки Обветшаловки, отметил листоватое строение угля, «коего листки едва одну линию толщиной имевшие, легко один от другого отделялись, и казались состоявшими большей частью из древесных стружек или частей растений»⁹.

Большую роль в развитии представлений о происхождении ископаемого угля, несомненно, сыграли исследования М. В. Ломоносова. Правильно подходя к решению проблемы происхождения угля, он начал исследования с вопроса о происхождении торфа. По мнению Ломоносова, торф образовался из наземной растительности, покрытой водой и засыпанной сверху песком и илом: «... сие подземное экономическое сокровище произошло от сильных бывших наводнений, с ветром, которыми великие леса опровержены и покрыты песком и илом, и через долготу времени покрылись растениями и черноземом»¹⁰. Для доказательства растительного происхождения торфа

⁷ I. P. B ü n t i n g. Sylva subterranea oder Vortreffliche Nutzbarkeit des unterirdischen Waldes der Stein—Kohlen, wie dieselben von Gott denen Menschen zu gut, an denenjenigen Orten, wo nicht viel Holtz wächst, aus Gnäde verliehen und mitgetheilet werde. Halle, 1693.

⁸ Подробнее о воззрениях этих и некоторых других ученых см. в работе: K. A. W e i t h o f e r. Die historische Entwicklung der Ansichten über die Entstehung der Kohlen und Kohlenflötze. «Neues Jahrbuch für Miner., Geol. u. Paleont.», Bd. XLI, Stuttgart, 1916. Однако в этой работе, касающейся также и более позднего периода времени, отсутствуют ссылки на труды русских ученых.

⁹ С. П. К р а ш е н и н н и к о в. Описание земли Камчатки. СПб., 1818, стр. 302—303.

¹⁰ М. В. Л о м о н о с о в. Полное собрание сочинений, т. V. Изд-во АН СССР, 1954, стр. 606.

Ломоносов применял микроскопические исследования, окончательно убедившие его в этом предположении. «Микроскопы за подлинно ставят перед глазами, что турфовая материя есть весьма мелкий мох, по своему строению и частей расположению»¹¹.

Разобрав вопрос о происхождении торфа, Ломоносов перешел к вопросу о происхождении ископаемых углей. Изучив химический состав каменного угля и условия его залегания вместе с «мозглым» деревом и шифером, который «родится из озерного плу», Ломоносов сделал исключительно важный вывод о происхождении каменного угля из торфа. «По сим всем явствует, — пишет он, — коль горные уголья с торфом сродны, и что конечно они из торфа родились»¹².

Дальше Ломоносов описывает процесс превращения торфа в каменный уголь. По его мнению, сначала из торфа выделяется «излишняя влажность», затем под давлением вышележащих слоев и под действием высокой температуры торф «будучи в глухом огне без вольного воздуха без пламени углем остается»¹³.

Таким образом, М. В. Ломоносов, основываясь на данных микроскопического исследования, высказал научнообоснованное предположение о растительном происхождении торфа и доказал возможность превращения торфа в каменный уголь. При этом им были учтены все факторы, влияющие на процесс углеобразования: условия геологического залегания будущего месторождения углей, условия отложения торфа и дальнейшего его развития, благоприятные для превращения торфа в каменный уголь. Эти взгляды М. В. Ломоносова значительно опередили представления его современников. Многие ученые того времени, признавая растительное происхождение торфа и лигнита (Дегнер, 1729; Шейхцер, 1746, и др.), упорно приписывали каменному углю минеральное происхождение. О происхождении ископаемого угля из земляной смолы или нефти, пропитавшей камни, говорили Фогель (1762), Вальх (1771), Крошштедт (1770) и др. В 1778 г. немецкий ученый Берольдинген¹⁴ высказал сходное со взглядами М. В. Ломоносова предположение об образовании каменных углей из торфяных болот. Известный французский ученый Ж. Бюффон (1778)¹⁵ полагал, что ископаемые угли состоят из растительных остатков. Однако даже в 1798—1799 гг. английский ученый Р. Кирван, признавая растительное происхождение бурого угля и торфа, считал каменный уголь продуктом выветривания гранита, порфировых горных пород и кремнистых сланцев.

Несмотря на выдающиеся работы М. В. Ломоносова, в России, как и за рубежом, в этот период также имели место воззрения о минеральном происхождении ископаемого угля. Так, известный знаток горного дела И. Шлаттер в 1760 г. писал: «Что до натуральной истории каменных угольев касается; то оные из горючей минеральной густой материи состоят, которая в каменной матке затвердевая находится, от чего каменный уголь рождается»¹⁶. Высказывания Шлаттера оказали влияние на некоторых русских ученых. Например, П. И. Рычков в статье «О некоторой горючей угольной земле», опубликованной в 1768 г.¹⁷, касаясь вопроса происхождения угля, цитирует И. Шлаттера, по-видимому, полностью с ним соглашаясь.

¹¹ Там же.

¹² Там же, стр. 607.

¹³ Там же, стр. 608.

¹⁴ F. B e r o l d i n g e n. Beobachtungen, Zweifel und Fragen, die Mineralogie betreffend. Hannover—Osnabrück, 1792 (первое издание — 1778 г.).

¹⁵ G. L. B ü f f o n. Les époques de la Nature. Paris, 1778.

¹⁶ И. Ш л а т т е р. Обстоятельное наставление рудному делу. СПб., 1760, стр. 227.

¹⁷ П. Р ы ч к о в. О некоторой горючей угольной земле. «Труды Вольного экономич. об-ва», 1768, ч. IX, стр. 85—86.

Во второй половине XVIII в. в русской литературе публиковались многочисленные сообщения о находках каменного угля.

Сведения о месторождениях каменного угля имеются в материалах участников академических экспедиций 1768—1773 гг. — И. И. Лепехина¹⁸, И. П. Фалька¹⁹ и др.

Ряд статей с описанием месторождений каменного угля был опубликован в конце XVIII в. и в периодической печати (Я. Штелин²⁰, И. Георги²¹ и др.). Однако в этих статьях авторы не касались вопроса о происхождении ископаемых углей.

В конце XVIII в. в геологической науке разгорелась борьба двух направлений — непутизма и плутонизма (вулканизма). Эти течения оказали также некоторое влияние на представления о происхождении ископаемого угля. Так, ученик и последователь А. Г. Вернера (ставший впоследствии его противником) Фойгт считал, что каменные угли и лигниты образовались в результате наводнения, сорвавшего растительность с затопленных гор²².

В классической работе Д. Геттона «Теория земли»²³, опубликованной в 1788 г., отмечено, что образование месторождений угля происходит благодаря скоплению нефтяных и битуминозных веществ, полученных из животных или растительных тел. В дальнейшем в работах последователей Геттона отмечалась связь образования месторождения угля с воздействием «подземного огня».

Утверждение теории растительного происхождения ископаемого угля в первой половине XIX века. Теории образования углей различного состава в различные геологические периоды

В начале XIX в., в связи с возросшей потребностью в каменном угле для развивающейся промышленности, значительно продвинулось вперед учение о происхождении ископаемого угля, которое опиралось уже на достижения не только химии и геологии, но и ботаники. Новое комплексное направление в изучении углей ясно подчеркивается в палеоботанической работе Я. Г. Зембинского (1833 г.), который писал, что «исследование различных Флор древнего мира, следовавших одна за другой на земном шаре, занимательно для Физиков, Геогностов и Ботаников»²⁴.

После того как спор о неорганическом или растительном происхождении ископаемого угля был разрешен в пользу последнего предположения возникла борьба мнений по другим направлениям: об аллохтонном или автохтонном происхождении углей, о происхождении их из наземных или морских растений, а также о том, могут ли образовываться антрацит, каменный и бурый угли, лигнит и торф во все геологические периоды или каждый из типов углей характерен для определенного геологического периода²⁵.

¹⁸ «Продолжение записок Путешествия академика Лепехина». «Полное собрание ученых путешествий по России», т. 4, СПб., 1822, стр. 47—48.

¹⁹ [Фалька]. Дополнения минералогические. «Полное собрание ученых путешествий по России», т. 7, СПб., 1825, стр. 161—163.

²⁰ [Я. Штелин]. О применении каменного угля в Российской империи, а особливо в Новгородской губернии. «Труды Вольного экономич. об-ва», 1768, ч. VIII.

²¹ [И. И. Георги]. О возгорающейся земле из Ревельского наместничества. «Труды Вольного экономич. об-ва», 1792, ч. XV. (По-видимому, И. Георги описывает месторождение горячего сланца).

²² J. C. W. Voligt. Praktische Gebirgskunde. Weimar, 1792.

²³ J. Hutton. Theory of the Earth. Edinburgh, 1788.

²⁴ Я. Г. Зембинский. Сокращенное руководство к систематическому определению ископаемых растений, ч. I. СПб., 1833, стр. V—XI.

²⁵ Последнее направление для краткости мы будем называть «возрастной» теорией. Этот термин носит чисто условный характер и введен нами исключительно для удобства изложения.

Большинство ученых начала XIX в. придерживалось теории, называемой нами «возрастной» теорией происхождения угля.

Большое внимание вопросам происхождения ископаемого угля уделял В. М. Севергин. В ряде его работ — «Краткое начертание минералогии» (1804), «Записки путешествия по западным провинциям Российского государства» (1805), «Начертание технологии минерального царства» (1827) и др. — имеется подробное описание месторождений и внешнего вида ископаемого угля. Принимая без всяких сомнений теорию растительного происхождения ископаемого угля, В. М. Севергин придерживался теории «возрастного» происхождения. Так, в своей работе «Подробный словарь минералогический»²⁶ Севергин отмечает четыре разновидности каменного угля, соответствующие времени его образования: 1) Собственно каменноугольные горы, представляющие собой «древнейшие пред прочими образования»; сюда относятся «слоистый, листоватый и грубый уголь»; 2) «Каменноугольные пласты, принадлежащие к древнейшим известным горам. Они состоят только из смоляного угля и сопровождаются мергельным сланцем, мелкозернистым известным камнем и бурым железным камнем...»; 3) «Каменноугольные пласты, принадлежащие к новому или флюценому образованию траннов: сюда причитаются иловатый и бурый уголь, смолистое дерево, брусковатый, лосковой и смоляной уголь...»; 4) К «новейшим образованиям, т. е. слоям или «флюцам», принадлежат «смолистое дерево, бурый и смоляной уголь»²⁷. Таким образом, Севергин относит разные типы угля к различным по возрасту геологическим отложениям.

Интересные мысли были изложены в работе профессора Петербургского университета Н. П. Щеглова, опубликованной в 1826 г. Подтверждая несомненность растительного происхождения угля, Щеглов высказал предположение о том, что уголь образовался не только из растительных остатков, но также и из мелко раздробленных остатков животных, впоследствии уплотненных²⁸. Как известно, таким путем образуются некоторые сапропеловые угли.

Чрезвычайно интересны высказывания А. А. Невского в его работе, посвященной общим вопросам внутреннего строения и образования земли²⁹. Иовский совершенно определенно придерживается возрастной теории происхождения углей, полагая, что уголь имеет различные виды соответственно времени его образования. Антрацит, по мнению Иовского, встречается в «переносном» и «втором», т. е. в наиболее древних образованиях. Следующим по времени образования является каменный уголь, в «третьем» периоде образуется лигнит, в том же периоде и в наносах — торф. А. А. Невский обращает внимание также на состав углей, отмечая, что антрацит образован из трапистых растений, относящихся к «тайнобрачным двукотиледонным», сходных с папоротниками, торф образуется из болотных растений и т. п.

Рассмотрев эти положения, Иовский переходит к наиболее интересному для нас вопросу о причинах образования каменного угля, лигнита и торфа. По его мнению, растения подверглись изменению и превратились в уголь «посредством осмоления», причем Иовский отмечает в этом процессе также и изменение химического состава углей. Необходимые условия для

²⁶ В. М. Севергин. Подробный словарь минералогический, т. I, СПб., 1807.

²⁷ Там же, стр. 521.

²⁸ Н. П. Щеглов. Обзорное новейшее состояние геогнозии. «Указатель: открытие по физике, химии, естественной истории и технологии». СПб., 1826, т. 3, ч. I, № 3.

²⁹ [А. А. Невский]. Опыт руководства к познанию внутреннего строения и образования земного шара с изображением различных слоев оного и животных, которые существовали до потопы. М., 1828. О работе Н. П. Щеглова, А. А. Невского и А. И. Иовского см. также статью В. В. Тихомирова «К истории развития геологических знаний в России (1800—1840 гг.)» («Очерки по истории геологических знаний», вып. 2, 1953).

подобного процесса — наличие влаги и высокой температуры; отсюда А. А. Иовский делает вывод о том, что «жаркое и ясное небо юга наиболее благоприятствует развитию начал оных веществ»³⁰.

А. А. Иовский резко критикует имевшую в то время значительное распространение теорию английского химика Ч. Гатчетта, согласно которой образование угля происходит в результате обугливания растений при воздействии на них серной кислоты³¹. По мнению Иовского, факты, наблюдающиеся в природе, противоречат этой теории. Для обугливания огромных толщ каменных углей потребовалось бы чрезвычайно большое количество серной кислоты и притом значительной крепости. Вместе с тем качество каменного угля должно было бы быть лучше к поверхности, где возможно влияние атмосферного воздуха, способствующего реакции обугливания. Однако в природе отсутствуют такие значительные скопления концентрированной серной кислоты, а уголь лучшего качества находится не у поверхности, а на глубине.

Исходя из принятых им условий образования угля, одинаковых с условиями образования торфа, А. А. Иовский делает вывод об аллохтонном (в современном понимании) образовании углей. Он полагает, что затопленные морем деревня были «исторгниуты с корнем», затем, «при слитии воды», осели на песчанике, «и потом покрывались уже разными пластами. Сначала они были открыты действию жара, силою коего началось производство обугливания, совершившееся уже тогда, когда другие напластования удалили их совершенно от поверхности»³².

О большом интересе к вопросам происхождения ископаемых углей свидетельствует появление в «Горном журнале» за 1829 г. реферата статьи французского ученого А. Броньяра, составленного А. М. Карпинским. В этой статье, озаглавленной «Краткая история исследования ископаемых растений и распределение их в различных слоях земной коры», были изложены современные Броньяру воззрения на происхождение углей. Автор отмечает, что на основании данных геологии и ботаники наибольшее количество каменного угля образовалось в каменноугольный период. Сравнивая флору каменноугольного периода с соответствующей современной флорой различных областей, А. Броньяр приходит к заключению, что наиболее сходной с каменноугольной является флора стран жаркого пояса. Вместе с тем он делает вывод об автохтонном происхождении углей, отмечая, что растения, давшие начало каменному углю, «проявляли на самых местах нахождения их остатков»³³.

Профессор Московского университета А. Л. Ловецкий в работе, относящейся к 1830 г., писал о существовании двух теорий образования ископаемых углей из растительных остатков: «Одни считают пласты угля за измененный торф, образовавшийся из обломков растений, на коих росли еще другие растения; а другие полагают, что каменноугольные пласты образовались через отсед разложившихся растительных веществ, кои сперва плавали в морской воде, а потом осели на дно сей жидкости»³⁴. Здесь ясно описаны, по современным представлениям, автохтонная и аллохтонная теории. Об-

³⁰ [А. А. Иовский]. Опыт руководства к познанию внутреннего строения и образования земного шара..., стр. 167.

³¹ Это мнение было высказано Вернером в конце XVIII в. и развито Гатчеттом в 1807 г. (см. цит. выше статью В. В. Тихомирова).

³² [А. А. Иовский]. Опыт руководства к познанию внутреннего строения и образования земного шара..., стр. 173.

³³ А. Броньяр. Краткая история исследования ископаемых растений и распределение их в различных слоях земной коры. «Горный журнал», 1829, ч. III, кн. 9, стр. 355.

³⁴ [А. Л. Ловецкий]. О горючих минеральных веществах органического происхождения. «Полный магазин естественной истории, химии и сведений экономических», М., 1830, ч. II, № IV, стр. 273.

разование угля происходило, по мнению Ловецкого, вследствие разложения растительных и животных остатков.

Нужно отметить, что как аллохтонная, так и автохтонная теории имели многочисленных сторонников, приводивших убедительные доказательства в защиту своих воззрений. Так, в противоположность только что изложенному мнению А. А. Иовского, Ч. Лайель в работе «Основные начала геологии», первое издание которой относится к 1830 г. (русский перевод в 1866 г.), утверждал, что «растения, производящие каменный уголь, не были занесены издалека; но что почти все они росли на тех самых местах, на которых преобладали в ископаемое дерево»³⁵. В следующей по времени публикации работы «Руководство к геологии» (русский перевод в 1878 г.) Ч. Лайель отмечал, что образование угля совершалось по способу образования торфа на месте произрастания деревьев. Противоположная гипотеза, утверждающая, что растения были снесены в море, не дает, по мнению Лайеля, объяснения отсутствию среди пластов каменного угля механических осадков³⁶.

В 1834 г. в «Горном журнале» был опубликован реферат статьи Г. Виллефоса «О каменном угле», составленный О. Шуманом³⁷. В статье были поставлены наиболее существенные для того времени вопросы происхождения каменного угля: имеет ли уголь органическое или неорганическое, растительное или животное происхождение, образовался ли каменный уголь одновременно в результате одного процесса или в разное время и в результате разных процессов и т. д. Г. Виллефос утверждает, что каменные угли имеют органическое, растительное происхождение и в формациях разных эпох имеют различные качества. Следовательно, он придерживался «возрастной» теории происхождения угля. Опубликование реферата этой статьи свидетельствует об интересе русских ученых к высказанным в ней положениям.

Наконец, совершенно определенно «возрастная» теория была высказана Г. И. Спасским в его «Горном словаре», явившемся сводом научных воззрений, которые считались непреложными для того времени. Ввиду исчерпывающего характера определения каменного угля и представлений о его генезисе, приведем это определение полностью:

«Каменный уголь (Schwarzkohl, houille) ископаемое черного или бурого цвета, растительного происхождения, отличающееся от неизмененного вещества растений и в самых видоизменениях своих, кроме других постоянных признаков, большим содержанием углерода и соразмерно меньшим количеством кислорода. Каменный уголь имеет множество разновидностей, отличающихся между собой не столько свойствами, сколько различной степенью происхождения, и потому главнейшее можно его разделить на черный или собственно каменный уголь, и бурый или лигнит, хотя и они не всегда представляют различающие их постоянные признаки»³⁸.

В подобной же, вполне определенной форме, «возрастная» теория была высказана и много позднее известным геологом, профессором Московского университета Г. Е. Щуровским. В одной из своих работ, посвященной описанию русских каменноугольных бассейнов (1854), Г. Е. Щуровский отмечал, что четыре разновидности ископаемого угля — антрацит, каменный уголь, лигнит и торф — строго распределяются по геологическим формациям: антрацит встречается в силурийской и доновской формациях, каменный уголь —

³⁵ Ч. Лайель. Основные начала геологии, т. I. Пер. А. Мин. М., 1866, стр. 152.

³⁶ Ч. Лайель. Руководство к геологии, т. II, СПб., 1878, стр. 144—145. Первое английское издание этой работы, под заглавием «Elements of geology», относится к 1838 г.

³⁷ [Г. Виллефос]. О каменном угле. «Горный журнал», 1834, ч. I, кн. I, стр. 51.

³⁸ Г. И. Спасский. Горный словарь, ч. I, М., 1841, стр. 175.

в каменноугольной, лигнит — в триасовой, юрской, меловой и третичной. В наше время образуется только торф³⁹.

О постоянном изменении химического состава растительного вещества в процессе разложения под влиянием высокой температуры и давления писал немецкий ученый Науманн⁴⁰. Он предполагал, что превращение растительных остатков в чистый углерод происходит путем постепенного удаления из исходного вещества водорода, кислорода и азота. Таким образом, через различные стадии метаморфизма образуется антрацит, представляющий собой почти чистый углерод.

Несколько особняком от приведенных выше мнений стоят высказывания профессора Петербургского университета и Горного института, геолога Д. И. Соколова. В своих геологических воззрениях он поддерживал гипотезу вулканизма, согласно которой изменение рельефа земли обусловлено действием подземного огня, заключенного под тонкой земной корой. Эти воззрения Соколова нашли отражение в его представлениях о генезисе ископаемого угля, которым он отводит значительное место в своих работах. Так, в «Руководстве к минералогии» (1837) большой раздел посвящен ископаемому углю, который Соколов относит к классу «веществ горючих неметаллических». Автор полагает, что образование лигнитов происходило при участии серной кислоты, однако превращение лигнита в каменный уголь, а каменного угля в антрацит происходит под действием подземного огня. Таким образом, Д. И. Соколов пытался объяснить образование различных типов углей воздействием внутреннего тепла земли, иначе говоря, он вплотную подошел к современному понятию метаморфизма углей.

Д. И. Соколов предложил стройную теорию образования ископаемых углей. По его представлениям, в отдаленную геологическую эпоху, вследствие большой влажности и теплого климата, растительность, покрывавшая земную поверхность, состояла из папоротников, водорослей, хвощей, тростников и бамбуков — растений мягких и легко разрушаемых. Погибая, они превращались в чернозем и торф. Растительные остатки покрывали море, на их поверхности осаждались пески и глины. Весь комплекс этих отложений подвергался метаморфизирующему воздействию подземного огня. В настоящее геологическое время, как полагал Соколов, уменьшилось количество серной кислоты, растворенной в море и способствовавшей метаморфизму углей, и ослабело действие подземного огня. Однако образование углей различных типов продолжается и теперь. Для разрешения этого противоречия Д. И. Соколов находит правильное объяснение: «В природе нет недостатка в средствах: одно простое гниение, замедленное присутствием вещества дубильного, железного или иною причиной, могло быть достаточным средством к совершению сего действия»⁴¹.

В работе «Курс геогнозии» Соколов развивает высказанные им ранее взгляды на происхождение ископаемого угля⁴². В разделе «Породы угольные» он, исходя из положений теории вулканизма и гипотезы поднятия⁴³, высказывает предположение, что одной из причин образования антрацита является воздействие на каменный уголь «огненных» пород. Д. И. Соколов

³⁹ Г. Е. Щуровский. Русские каменноугольные бассейны и особенно Донецкий, в нынешнем их развитии. В сб. «Статьи проф. Г. Е. Щуровского, помещенные в III томе Магазина земледелия и путешествий», М., 1854.

⁴⁰ С. Ф. Науманн. *Lehrbuch der Geognosie*. Leipzig, 1854.

⁴¹ Д. И. Соколов. *Руководство к минералогии*, ч. I, 1832, стр. 23—24.

⁴² В предисловии к своей работе «Курс геогнозии» Д. И. Соколов указывал, что при ее составлении им использованы труды французских ученых А. Бюра, Котта и Буэ. По видимому, взгляды этих ученых были близки к его собственным.

⁴³ Сторонники гипотезы поднятия предполагали, что образование гор и изменение рельефа земли происходит вследствие внедрения магматических масс в толщи осадочных пород.

замечает, что растительное происхождение каменного угля, а именно образование его из тайнобрачных сосудистых растений является достаточно доказанным. Но если в предыдущей работе Соколов предполагал два пути образования каменного угля — под воздействием серной кислоты или подземного огня, то в данной работе автор высказывается значительно осторожнее: «каким именно процессом превратились они (растительные остатки. — Лвт.) в каменный уголь; вопрос этот не разрешен еще с должною удовлетворительностью. Одни приписывают это серной кислоте, другие подземному огню»⁴⁴. Соколов касается также спорного еще и в настоящее время вопроса об образовании месторождений, подчеркивая, что этот вопрос является неразрешенным. «Самый способ скопления растений в тех местах, где лежат теперь пласты каменноугольные, составляет нерешенную еще задачу»⁴⁵.

Несколько иное разрешение в данной работе получила и «возрастная» теория происхождения каменного угля. Если раньше Соколов утверждал, что образование различных типов углей произошло в различные геологические периоды, то в рассматриваемой работе он подчеркивает, что как лигнит, так и каменные угли могут встречаться в любом геологическом периоде как «случайные произведения». Вместе с тем в отложениях одного геологического периода подстилающие пласты могут состоять из каменного угля, а покрывающие — из лигнита, и даже самый мягкий торф может иметь очень древний возраст. Обобщая эти наблюдения, Д. И. Соколов делает важный вывод о том, что, хотя каменный уголь и встречается главным образом в древнейших, а лигнит — в новейших отложениях, однако эти типы углей могут встречаться также и в отложениях других геологических периодов.

В первой половине XIX в. некоторое распространение получила теория происхождения углей из морских растений, высказанная в 1815 г. Парротом⁴⁶. Эта теория также обсуждалась на страницах «Горного журнала»; в 1841 г. была опубликована статья Букланда «Об образовании угля», в которой излагалась теория зарубежного ученого Логана⁴⁷. Согласно этой теории, в древние геологические времена на поверхности мелкого моря плавали растения *stigmara fucoides*; они образовали почву, на которой выросли папоротники и хвощи. Эти растения в свою очередь образовали почву для *sigillaria*, которые послужили материалом для образования пластов угля. Затем происходило оседание почвы и цикл повторялся снова.

Теории происхождения угля из морских растений придерживался также немецкий ученый Ф. Мор. В книге «История земли», опубликованной в 1866 г., Мор следующим образом описал процесс образования каменного угля. Во все времена на поверхности моря плавали морские растения. Отмирая, они опускались на морское дно, причем морские течения относили их в одном и том же направлении. Таким путем образовались мощные скопления водорослей, давшие начало залежам каменного угля. Большая мощность пластов ископаемого угля, пишет Мор, свидетельствует о том, что водоросли произрастали не на месте отложения, а были принесены из другого района⁴⁸.

Таким образом, в первой половине XIX в. наука о происхождении ископаемых углей продвинулась уже достаточно далеко. Лишь изредка появлялись еще некоторые теории неорганического происхождения углей. Так, например, немецкий ученый Крюгер⁴⁹ полагал, что каменный уголь — это глина,

⁴⁴ Д. И. Соколов. *Курс геогнозии*, ч. II, СПб., 1839, стр. 49.

⁴⁵ Там же.

⁴⁶ G. F. Parrot. *Grundriss der Physik der Erde und Geologie, zum Gebrauche der akademische Vorlesungen*, Dorpat, 1815, S. 671.

⁴⁷ [Buckland]. Об образовании угля (отрывок из лекции). «Горный журнал», 1841, ч. III, кн. IX, стр. 558.

⁴⁸ F. Mohr. *Geschichte der Erde. Eine Geologie auf neuer Grundlage*. Bonn, 1866.

⁴⁹ I. F. Krüger. *Geschichte der Urwelt*. Quedlinburg und Leipzig, 1822.

пропитанная углеродом. Из углерода (встречающегося в древних горных породах, граувакках и т. п.) при химическом соединении его с кислородом и водородом образуется также горное масло, горная смола и т. д.

В 1833 г. фрейбергский профессор К. Кюн⁵⁰ выдвинул гипотезу образования угля непосредственно из ископаемого «горючего вещества» минерального происхождения. По его гипотезе, уголь выделялся из этого вещества путем химического осаждения и являлся, таким образом, составной частью минералов.

В 1844 г. немецкий минералог и химик Фукс утверждал, что каменный уголь и антрацит образовались из угольной кислоты⁵¹.

В этих высказываниях характерным является то, что все названные выше ученые признавали растительное происхождение бурого угля и торфа и только каменному углю приписывали минеральное происхождение.

В феврале 1855 г. французским ученым М. Бутиньи была доложена Французской Академии наук новая теория образования ископаемого угля⁵². По мнению Бутиньи, все минеральное топливо, за исключением торфа и лигнита, образовалось из углеводородов, находившихся сначала в газообразном состоянии, а затем при охлаждении земли перешедших в жидкое состояние. Отпечатки органических тел в каменных углях являются вторичными. Уже в марте того же 1855 года в «Горном журнале» появился перевод этого доклада, сделанный поручиком Савченковым⁵³. Автор перевода не высказывает своего мнения о содержании доклада; однако сам факт такого быстрого отклика на появление новой теории свидетельствует о том, что русские ученые постоянно следили за всеми достижениями зарубежной науки и проявляли большой интерес к вопросам происхождения ископаемого угля.

Во второй четверти XIX в. получил распространение микроскопический метод исследования ископаемых углей, который устранил всякие сомнения относительно их растительного происхождения. Детальному описанию этого метода с приложением рисунков срезов угля посвящена статья горного инженера Иваницкого в «Горном журнале» за 1842 г.⁵⁴. Иваницкий в 1839 г. был в Англии, изучил угли Северной Англии и Шотландии и получил возможность детально ознакомиться с исследованиями зарубежных ученых. В своей статье он отмечает, что микроскопическим исследованием ископаемых углей занимались английские ученые Николь, Витам (1833), французский ученый Броньяр (1839) и др.

Во второй половине XIX в. в России, в связи с быстрым развитием промышленности после реформы 1861 г., роль ископаемого угля необычайно возросла, поэтому поиски его месторождений и теоретические вопросы происхождения и образования этих месторождений приобрели особое значение. Развитие теории происхождения угля в этот период может служить предметом специального исследования.

* * *

Таким образом, на основании проведенного исследования развития теории происхождения ископаемых углей (до середины XIX в.) можно сделать следующие выводы.

⁵⁰ K. A. Kühn. Handbuch der Geognosie. Freiberg, 1833.

⁵¹ I. N. Fuchs. Über die Theorien der Erde. Vortrag an 25.8. 1837 in der Kgl. Akad. d. Wiss. München. Veröffentlicht, 1844.

⁵² M. P. H. Boutigny. Physique du globe. Note sur l'origine de la houille. «Comptes rendus», Fevr., 1855, p. 476.

⁵³ [Савченков]. Новая теория происхождения каменных углей. «Горный журнал», 1855, ч. I, кн. III, стр. 487.

⁵⁴ Иваницкий. О микроскопическом и анатомическом исследовании окаменелого дерева и каменного угля. «Горный журнал», 1842, ч. II, кн. IV, стр. 44.

До введения микроскопического метода исследования ископаемого угля ученые, основываясь лишь на эмпирических данных, делали чисто умозрительные заключения о природе и происхождении угля. Такова была теория битуминозного и теория минерального происхождения ископаемого угля. Теория растительного происхождения торфа и лигнита (бурого угля), также высказанная очень давно, утвердилась в науке лишь в результате микроскопических исследований торфа. Большую роль в этом вопросе сыграли исследования М. В. Ломоносова. Органическое происхождение всех видов ископаемого угля было окончательно доказано лишь в первой половине XIX в. благодаря введению и распространению микроскопического метода исследования тонких срезов углей.

Учение о происхождении ископаемых углей основывалось на данных геологии, ботаники и химии. По мере развития этих наук возникали новые теории образования углей. Однако, в тех случаях, когда при исследовании этого вопроса ученые опирались на данные какой-нибудь одной отрасли науки, они неминуемо приходили к неверным результатам. Такова была теория образования каменного угля из деревьев, затопленных «всемирным потоком», опиравшаяся на теорию дилuviализма (Бютинг, 1693 г.; Шейхцер, 1746 г., и др.); теория образования каменного угля из минерального вещества путем химического осаждения (Кюн, 1833 г.) или образования антрацита из угольной кислоты (Фукс, 1844) — теории, опиравшиеся на данные химии и т. п. Правильное разрешение проблемы происхождения ископаемых углей возможно лишь в результате совместной работы ученых различных специальностей. На это обстоятельство указывал еще в 1833 г. Я. Г. Зембинский. Но даже в работах современных ученых такие совместные исследования не всегда имеют место.

В настоящее время предположение об органическом происхождении ископаемых углей является бесспорным. Однако мнения ученых резко расходятся по многим другим, смежным с этим, вопросам: является ли торф, бурый и каменный уголь лишь стадиями эволюционного превращения углей и переходят один в другой, или они являются конечным продуктом превращения растительного вещества в различных условиях; из каких составных частей растений образовались угли, в каких условиях происходило это образование, каковы были условия отложения и дальнейшего существования месторождения и т. п. Эти проблемы получают различное освещение в зависимости от специальности занимающихся этими исследованиями ученых. Вследствие сложности состава и разнообразия свойств углей, для их изучения необходимы комплексные исследования многочисленных проб углей из различных угольных бассейнов, изучение генезиса различных типов углей, характера залегания угольных пластов и вмещающих пород, т. е. исследования всего комплекса условий, сопровождающих образование угольных толщ. В разрешении вопроса о происхождении ископаемых углей необходимо совместное участие ученых различных специальностей — геологов, химиков, микробиологов и т. п. Необходимость такой совместной работы доказывается также и всей историей исследования проблемы происхождения ископаемых углей.

Д. И. ЩЕРБАКОВ

РОЛЬ В. И. ВЕРНАДСКОГО В ИЗУЧЕНИИ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ НАШЕЙ СТРАНЫ

Имя Владимира Ивановича Вернадского неразрывно связано с историей изучения природных богатств нашей родины.

Интерес к проблемам изучения и освоения природных ресурсов страны возник у академика Вернадского в годы первой мировой войны, когда первоначальные успехи России в войне сменились тяжелыми неудачами лета и осени 1915 г. «Так, обладая огромными природными источниками сил, — писал в то время Вернадский, — Россия находится в полной экономической зависимости от Германии. . . Война раскрыла глаза русскому обществу на размеры и характер этой зависимости, на ее проникновение во весь обиход нашей жизни, на ее опасность для правильного роста нашей культуры»¹.

Уже после Великой Октябрьской социалистической революции Вернадский отмечал: «Война до очевидности для всех выявила крайнюю неизученность России. Мы не знали ресурсов нашей страны и не сознавали, до какой степени это необходимо для правильно поставленной государственной политики, для государственной безопасности»².

Россия поздно вступила на путь капиталистического развития. Лишь после реформы 1861 г. в стране стало создаваться крупное машинное производство. Особенно значительный подъем промышленности в России произошел в 90-х годах XIX в., и в связи с этим сразу же начал ощущаться недостаток сырья, необходимого для промышленности. Стремление устранить противоречие между развивавшейся промышленностью и отсутствием сырья пробудило огромный интерес русской общественности к естественным богатствам страны.

Работу над вопросами обеспечения промышленности минеральным сырьем многие специалисты начали с изучения требований промышленности и технологии, предъявляемых к сырью. Именно в это время зародилась глубокая связь геологов с промышленностью, которая затем, уже в советское время стала характерной для деятельности многих ученых и целого ряда академических учреждений.

В. И. Вернадский одним из первых русских ученых обратился с призывом к специалистам всех областей науки и техники принять деятельное участие в развитии производительных сил страны³. Речь шла о самых пер-

¹ В. И. Вернадский. Неиспользованные силы земных недр в России. В кн. «В тылу». Альманах, 1915, стр. 216.

² В. И. Вернадский. Задачи науки в связи с государственной политикой в России. В кн. «Очерки и речи», вып. I. М., 1922, стр. 150.

³ Под производительными силами В. И. Вернадский понимал исключительно природные ресурсы страны.

вых шагах, о начальном учете природных ресурсов или, как говорил Вернадский, о выяснении наших знаний о них, определении той научной работы, которая не была для этого сделана, но должна была быть сделана.

Правда, научное обследование производительных сил России непрерывно осуществлялось уже с начала XVIII в. С тех пор была проведена огромная работа, которую мы должны особенно ценить, если учесть, при каких небольших материальных затратах она достигнута, в какой трудной обстановке она выполнялась. Однако в течение второй половины XIX в. планомерная государственная деятельность в этом направлении значительно ослабла. Когда наступила война 1914 г., стала совершенно ясной вся несостоятельность политики царского правительства в области изучения производительных сил страны.

«Сейчас, — писал В. И. Вернадский в 1915 г., — когда общественное внимание востребовано под влиянием войны и когда потребуется ответ на вопрос, чем мы располагаем в своей стране, какие источники богатств заложены на ее поверхности и в ее недрах, мы не можем дать утвердительного ответа на этот вопрос, так как мы недостаточно это знаем. Мы не изучали нашу страну в достаточной степени в мирное время. Для этого не оказалось денежных средств, а между тем очевидно, что такие исследования не могут вестись иначе, как с затратой денег — и больших».

Сейчас мы не только не знаем в достаточной степени тех сил, какие находятся в нашем распоряжении, — мы не обладаем и нужными организациями для их исследования и использования. Эти организации также требуют больших средств, времени, усилий. Конечно, все эти затраты являются с государственной точки зрения в высшей степени необходимыми и производительными, они в конце концов возвращаются сторицей. Но они не были в свое время сделаны»⁴.

Взвешивая силы и возможности научной общественности, Вернадский в качестве ближайшей задачи выдвигал детальный учет естественных производительных сил страны. Второй задачей, как он полагал, является исследование того, как эти силы должны использоваться и что надо сделать, чтобы они тратились правильно и неразумно не расточались.

«Вся история техники, — писал он, — показывает нам, как постепенно человек научился видеть источник сил в природных предметах, казавшихся ему мертвыми, инертными, ненужными. Мы далеки от конца этих изысканий, находящихся только в самом начале, и мы должны подходить к ним планомерно, во всеоружии научных знаний и необходимых для их использования средств. Средства эти даются исследовательским лабораториям и институтам. Их у нас почти нет. В нашем распоряжении не имеется ни одной современной образцов обставленной государственной лаборатории, исследовательские институты только что зарождаются. . . Все, что было сделано в этом направлении, было сделано почти помимо государственной поддержки, свободной волей русских ученых, главным образом, преподавателей русской высшей школы»⁵.

В царской России в то время было всего около 120—150 научно-исследовательских центров, по преимуществу просто научных кабинетов, связанных с 11 университетами и немногими высшими техническими школами и академическими музеями. В Академии наук перед революцией было всего 95 научных работников, из них: в области физики и математики работало 53 исследователя, химии — 2, геологии — 11, биологии — 29.

В 1915 г. по инициативе Вернадского и при участии академиков Н. С. Курнакова, Н. И. Андрусова, Б. Б. Голицына, А. П. Карпинского и других

⁴ В. И. Вернадский. Неиспользованные силы земных недр в России, стр. 217.

⁵ Там же, стр. 224—225.

была создана Комиссия производительных сил при Академии наук, известная под названием КЭПС.

На первых порах своей деятельности Комиссия в основном занималась учетом природных ресурсов страны и составлением сборника, суммирующего все знания об этих ресурсах. Его предполагали издать в шести томах под названием «Естественные производительные силы России». Подготовка и издание этого сборника были вызваны необходимостью произвести по возможности полный учет наших природных богатств, выяснить степень их использования и наметить основные проблемы в области их изучения.

Сборник должен был состоять из следующих томов: т. I. «Ветер как двигательная сила»; т. II. «Белый уголь»; т. III. «Артезианские воды»; т. IV. «Полезные ископаемые»; т. V. «Растительный мир»; т. VI. «Животный мир».

Согласно пожеланию Особого совещания по обороне государства при военном министре, на средства которого издавался сборник, в первую очередь начал печататься том IV. Этот том, состоящий из целой серии отдельных выпусков, в значительной мере был составлен сотрудниками Геологического комитета и долгое время оставался лучшим справочным изданием по полезным ископаемым нашей родины.

Одновременно в КЭПС'е началась организация различных отделов, которые должны были разрабатывать те или иные вопросы, связанные с учетом и использованием естественных ресурсов страны. Эти отделы печатали «Материалы для изучения естественных производительных сил», а их деятельность в целом получила отражение в ежегодных «Отчетах Комиссии».

Однако царское правительство не было в состоянии правильно оценить и поддержать это замечательное начинание русской прогрессивной общественности, а промышленники старались использовать указания ученых в своих личных интересах и хищнически эксплуатировали природные богатства страны. Начатая в то же время мобилизация активных технических сил России фактически свелась к бесплодной работе по регистрации лиц, предложивших свои услуги стране.

Великая Октябрьская социалистическая революция резко изменила условия работы русских ученых. Советское правительство отнеслось к Академии наук с особым вниманием. Начался новый период и в деятельности КЭПС'а.

В 1918 г. в известном «Наброске плана научно-технических работ»⁶ Владимир Ильич Ленин писал, что Академии наук надо поручить составление плана реорганизации промышленности и экономического подъема России, в который в первую очередь должно входить рациональное размещение промышленности с точки зрения близости сырья и топлива. 12 апреля 1918 г. Совет Народных Комиссаров принял постановление, в котором указывалось: «...принципиально признать необходимость финансирования соответственных работ Академии и указать ей как особенно важную и неслужную задачу систематическое разрешение проблем правильного распределения в стране промышленности и наиболее рационального использования ее хозяйственных сил»⁷.

Это привело к коренному перелому в работе всей Академии наук и поставило перед ней в качестве важнейшей задачи изучение естественных ресурсов страны.

О том размахе, которого достигли работы по изучению и освоению минерального сырья, наиболее яркое представление дает учет использования химических элементов в России, произведенный В. И. Вернадским и

⁶ В. И. Ленин. Набросок плана научно-технических работ. Соч., т. 27, стр. 288—289.

⁷ «Материалы к истории Академии наук СССР за советские годы (1917—1947)». М.—Л., 1950, стр. 21.

А. Е. Ферсманом в самом начале революции. Так, из 61 освоенных к тому времени промышленностью химических элементов в России добывалось в 1915 г. всего 31, т. е. чуть более половины, причем некоторые — вольфрам, никель, фтор — стали добываться только во время войны. Около 30 элементов привозилось извне. К этому надо добавить, что использование очень многих элементов практически было совершенно ничтожно. Только 17 химических элементов, т. е. меньше трети утилизируемых человечеством, использовалось в России в количествах, хотя несколько отвечающих имеющимся в ней запасам⁸.

Из 31 элемента, соединения которых добывались в 1915 г., сколько-нибудь достаточные запасы руды были известны только для 9, известны, но не изучены — для 14, и совсем неизвестны — для 7.

В настоящее время, как мы знаем, наша страна обладает месторождениями решительно всех видов минерального сырья, которые могут промышленно использоваться, причем по запасам многих видов сырья мы стоим на первом месте в мире. Сейчас промышленность СССР освоила уже почти все элементы менделеевской системы в необходимых ей масштабах.

В первые годы революции КЭПС продолжал свою деятельность. В его состав входило довольно много отделов, на базе которых впоследствии были созданы некоторые институты АН СССР. В. И. Вернадский ясно отдавал себе отчет в том, что такой выход отделов на самостоятельную дорогу больших научно-исследовательских институтов является единственно правильным решением вопроса о развитии науки в Советском Союзе. И он всеми силами помогал выделению этих отделов, как только видел, что в них уже оформилась научная проблематика и появились силы, способные развивать данную отрасль науки. Это, несомненно, одна из важных особенностей КЭПС'а, руководимого В. И. Вернадским.

Имя Владимира Ивановича Вернадского — одного из создателей советской школы исследователей природных ресурсов нашей родины — навсегда вошло в историю науки.

⁸ В. И. Вернадский. Об использовании химических элементов в России. В кн. «Избранные сочинения», т. I. Изд-во АН СССР, 1954.

Б. С. СОТИН, В. М. ТИТОВА

РАЗВИТИЕ РАДИОВЕЩАТЕЛЬНОЙ СЕТИ В СССР

Появление в начале 20-х годов нашего века радиовещания — этой самостоятельной области практического использования радио — ознаменовало собой важнейший этап в развитии радиотехники и одновременно открыло совершенно новую страницу в истории мировой культуры.

Выдающуюся роль сыграло радио в культурном, экономическом и политическом развитии советского государства за годы, прошедшие после Великой Октябрьской социалистической революции. Радио явилось не только высоко эффективным и во многих случаях незаменимым техническим способом связи, необычайно сократившим расстояния между отдельными административными центрами, но и оказалось лучшим средством пропаганды передовых революционных идей, активным, действенным оружием прошедшей в стране великой культурной революции. Наконец, успехи радиовещания и широкое распространение радиоаппаратуры среди населения весьма благотворно повлияли на общий подъем технической грамотности в стране. История радиофикации поэтому может служить весьма важным разделом общей истории материальной культуры советского народа.

В настоящем кратком очерке дается картина развития радиовещательной передающей и приемной сети за годы советской власти.

Еще до появления радиовещания в современном понимании этого слова, т. е. до создания достаточно удовлетворительной аппаратуры для звуковых передач, радио в нашей стране стало приобретать характер средства именно массового, широкого вещания. Буквально с первых же дней установления советской власти оно использовалось для приобщения всего населения Советской республики к активной революционной созидательной деятельности, для оповещения народа о важнейших политических и общественных событиях. Именно по радио утром 7 ноября 1917 г. с крейсера «Аврора» было передано сообщение «К гражданам России», известившее народы нашей страны о победе социалистической революции. Из первых памятных радиogramм, переданных Военным революционным комитетом Петроградского Совета рабочих и солдатских депутатов, население в тылу и солдаты на фронте узнали об аресте Временного правительства, о бегстве Керенского и о знаменитых декретах советской власти о мире и о земле. Адресованные «всем, всем», эти сообщения о важнейших политических мероприятиях рабоче-крестьянского правительства немало способствовали нарастанию революционных событий в Советской России и мобилизации трудящихся масс на борьбу с помещиками и буржуазией.

Радио приобрело особый, действительно народный характер. Оно явилось могущественным средством связи между рабоче-крестьянской властью и всем народом.

Для наиболее полного и широкого использования этого средства Народный комиссариат почт и телеграфов (НКПиТ) приступил в начале 1918 г. к организации на первых порах односторонней радиосвязи центра с большим количеством населенных пунктов на периферии. Срочно были мобилизованы все оставшиеся после войны запасы радиоимущества, и в довольно короткие сроки удалось создать приемную сеть. Правда, из-за крайней спешки радиостанции в большинстве случаев строились временного характера. В качестве помещений для них приспособлялись уже существовавшие здания, а вместо мачт использовались фабричные трубы, колокольни, водонапорные башни и другие подобные сооружения. Функции главного, передающего центра выполняла в то время построенная в годы первой мировой войны Ходынская радиостанция в Москве.

Примерно через год со времени организации такой радиосети циркулярные передачи с «Ходынки» принимались в 81 пункте страны, причем количество приемных станций непрерывно увеличивалось и к концу 1920 г. их уже насчитывалось более 200 (табл. 1).

Таблица 1

Развитие приемной сети до 1924 г.¹

Годы	1918	1919	1920	1921	1922	1923
Число станций	75	81	222	285	292	296

Почти все крупные города, расположенные в радиусе до 1000—1200 км от Москвы, имели возможность узнавать о всех важных правительственных распоряжениях и указаниях в тот же день. Несмотря на то, что передача тогда осуществлялась по радиотелеграфу кодом Морзе, принятые сообщения очень быстро распространялись среди населения через местные органы печати или в виде листовок и плакатов, вывешиваемых на площадях, вокзалах, в клубах, на предприятиях и т. д. Для молодой Советской республики такая радиосвязь, обеспечивавшая значительную скорость и одновременность передачи в различные отдаленные пункты страны, имела огромное значение.

Владимир Ильич Ленин высоко оценивал роль радио, которое наряду с осуществлением функций связи было призвано стать важнейшим орудием агитации и пропаганды. В. И. Ленин внимательно следил за развитием средств радиосвязи; интересовался техническим состоянием радиостанций, их работой, нагрузкой и возможностями более полного использования. На заседаниях Совнаркома под председательством В. И. Ленина неоднократно обсуждались вопросы, касавшиеся радиофикации страны, и принимались решения, в которых определялась первоначальная программа развития радиотехнического дела и намечались пути объединения научно-технических сил страны, работавших в этой области. Одним из таких решений был подписанный 21 июля 1918 г. декрет о централизации радиотехнического дела, который положил начало планомерной радиофикации Советской республики. Для руководства радиоделом при НКПиТ был создан Высший радиотехнический совет, в состав которого вошли крупные специалисты в этой области: В. К. Лебединский, И. А. Леонтьев, К. А. Грамматчиков, а также представители ВСНХ и Народного комиссариата по военным и морским делам.

¹ Настоящая и последующие таблицы составлены на основании материалов Архива Министерства связи СССР, публикаций в периодических изданиях и данных статистических сборников.

Особое внимание пришлось уделить созданию в стране научно-технической базы для развития и совершенствования самих методов радиосвязи. В дореволюционной России специальных исследовательских учреждений по радиотехнике не существовало, поэтому прежде чем начинать радиофикацию, нужно было позаботиться об организации хорошо оборудованного экспериментального радиотехнического центра.

Летом 1918 г. НКПиТ принял решение об открытии научно-исследовательской лаборатории при Тверской приемной радиостанции. Но в Твери эта лаборатория оставалась недолго и в августе того же года вместе с коллективом сотрудников была переведена в Нижний Новгород (ныне г. Горький), где имелись более благоприятные условия для развертывания экспериментальных и производственных работ. В декабре 1918 г. правительство утвердило «Положение о радиолaborатории с мастерскими», определявшее цели и задачи первого в советской стране научно-исследовательского института по радиотехнике.

За короткий промежуток времени эта лаборатория выросла в солидное учреждение, где были сконцентрированы лучшие научные силы. Здесь работали В. К. Лебединский, В. П. Вологдин, А. Ф. Шорин, Д. А. Рожанский, В. В. Татаринов, П. А. Остряков и многие другие известные инженеры. Возглавлял научный коллектив лаборатории проф. М. А. Бонч-Бруевич. Деятельность радиолaborатории была весьма плодотворной. Ее сотрудники в невероятно тяжелых условиях гражданской войны и полного отсутствия какой-либо информации относительно зарубежных научно-технических достижений проделали огромную работу по расчету и конструированию своих отечественных передатчиков, приемников, антенных устройств и прочей радиоаппаратуры. Но особенно много коллектив радиолaborатории потрудился над усовершенствованием средства вещания — созданием радиотелефона.

К работам в области радиотелефонии приступили в начале 1920 г., и к концу года М. А. Бонч-Бруевичу удалось изготовить первую радиотелефонную установку мощностью до 2 квт. Испытания ее, проходившие на Ходынской радиостанции, дали вполне удовлетворительные результаты и послужили основанием для перехода к практическому созданию начальной сети радиотелефонных станций в стране.

Строительство центральной радиотелефонной станции было начато 1 октября 1921 г. в Москве, на Гороховской улице. Ее сооружением и монтажом руководил специальный строительный комитет, возглавленный ответственным уполномоченным Совета труда и обороны П. А. Остряковым. Постройка станции была исключительно срочным правительственным заданием и причислялась к работам, имевшим «чрезвычайно важное государственное значение». В. И. Ленин следил за ходом ее строительства и при малейших переменах немедленно принимал необходимые меры. Приводимый ниже один из запросов В. И. Ленина наркому почт и телеграфов убедительно подтверждает это.

«Прошу Вас, — писал В. И. Ленин, — представить мне сведения о том, в каком положении находится у нас дело беспроволочного телефона.

1) Работает ли центральная московская станция? Если да, по сколько часов в день? на сколько верст?

Если нет, чего нехватает?

2) Выделяются ли (и сколько?) приемников, аппаратов, способных слушать разговор Москвы?

3) Как стоит дело с рупорами, аппаратами, позволяющими целой зале (или площади) слушать Москву? и т. д.

Я очень боюсь, что это дело опять «заснуло»...

Важность этого дела для нас (для пропаганды особенно на Востоке) исключительная. Промедление и халатность тут преступны².

Летом 1922 г. монтаж оборудования станции был закончен, стали производиться пусковые испытания и 21 августа 1922 г. первая в Советском Союзе радиотелефонная станция (начальной мощностью в 12 квт) «заговорила». Опытные передачи продолжались около двух месяцев, в течение которых приемные станции НКПиТ определяли качество слышимости нового телефонного передатчика в разных пунктах. Телеграммы с мест приносили самые благоприятные отзывы. Сведения о хорошей слышимости как речевых, так и музыкальных передач были получены из Самары, Воронежа и даже Барнаула, который оказался самым отдаленным из городов, принявших радиотелефонную станцию.

15 сентября 1922 г. газета «Известия» поместила заметку, имевшую историческое значение: «Центральная радиотелефонная станция послала следующую радиogramму: «Всем, всем, всем. Настройтесь на волну 3000 м и слушайте! В воскресенье 17 сентября в 3 часа по декретному времени на центральной радиотелефонной станции Наркомпочтеля состоится первый радио-концерт. . .» В указанное время в различных населенных пунктах страны слушалась эта знаменитая радиопередача.

Официальное открытие радиотелефонной станции, получившей название радиостанции им. Коминтерна, состоялось 7 ноября 1922 г. в пятую годовщину Великой Октябрьской социалистической революции. В этот день радиостанцией был снова передан концерт.

Поскольку радиотелефонирование было совершенно новым делом, то, несмотря на официальное открытие станции, последующий значительный период времени ушел на экспериментирование и всякого рода доделки. Определялась сила и ясность приема от нового передатчика в различных пунктах Союза, проверялась устойчивость механизмов передатчика при обычных эксплуатационных условиях и вносились необходимые изменения в его устройство. Временами же, в условиях сильной перегрузки других московских передающих станций, испытания радиотелефонной станции прерывались, и она переключалась на работу телеграфом. В общем экспериментальные работы продолжались около двух лет, и лишь в ноябре 1924 г. радиотелефонная станция им. Коминтерна приступила к регулярному радиовещанию. Ее передачи тогда можно было слушать независимо от метеорологических условий на расстоянии 1000—1200 км от Москвы.

Незадолго до начала систематического вещания радиостанцией им. Коминтерна в октябре 1924 г. в Москве (в Сокольниках) стала работать еще одна радиотелефонная станция, получившая название радиостанции им. А. С. Попова. Эта станция (первоначальной мощностью около 640 вт) была создана коллективом сотрудников Научно-исследовательского института связи Красной Армии и временно передана в распоряжение Бюро содействия радиолюбительству при Московском совете профессиональных союзов в целях организации через нее радиовещания для радиолюбителей Москвы и Московской области. К концу того же года мощность станции была удвоена и радиус ее действия увеличился. Однако охватить своими передачами всю огромную территорию страны, естественно, эти две вновь открытые станции не могли. Необходимо было или во много раз повысить их мощность, что практически почти исключалось из-за неподготовленности нашей промышленности, или же отыскать другой путь, который позволил бы, исходя из реальных технических возможностей, добиться максимального охвата населения радиовещанием.

² В. И. Ленин. Соч., т. 35, стр. 443.

Один из приемлемых в то время способов разрешения этой задачи состоял в сооружении многочисленных небольших радиотелефонных станций, которые могли бы транслировать Москву и передавать свою собственную программу. Разработка такой типовой радиостанции была поручена Нижегородской радиолaborатории, и к концу 1924 г. проф. М. А. Бонч-Бруевич совместно с инж. С. И. Шапошниковым построил радиотелефонный передатчик мощностью 1,2 квт, обладавший вполне удовлетворительными техническими качествами. Вскоре лаборатория изготовила второй, несколько усовершенствованный подобный передатчик, который был установлен в здании Московского управления округа связи. Опытные передачи дали вполне хорошие результаты и показали, в частности, возможность заметного увеличения дальности действия станции при подъеме ее антенны на несколько большую высоту. Поэтому было признано целесообразным перенести передатчик на радиостанцию им. Коминтерна, располагавшую мачтой высотой 150 м; в отличие от основного передатчика, новая установка стала называться «Малым Коминтерном». Простота и дешевизна изготовления и эксплуатации «Малого Коминтерна», наряду с удовлетворительными техническими данными, послужили достаточно вескими доводами в пользу широкого применения этого передатчика в качестве типового для местного вещания, и Нижегородская радиолaborатория получила заказ на изготовление в ближайшие два года еще 27 таких же радиостанций.

В июне 1925 г. первый передатчик из этой серии установили в Иваново-Вознесенске, а к концу года местное радиовещание велось уже в пяти областных центрах Союза.

Примерно к этому же времени лабораторией Треста заводов слабого тока были разработаны и переданы в производство радиотелефонные передатчики мощностью от 2 до 4 квт, промышленный выпуск которых налажился в 1926 г.

Материальная база позволяла теперь перейти к более интенсивному развитию радиовещательной сети. Вместе со строительством новых станций на радиотелефонную работу переоборудовались и некоторые старые приемно-передающие радиостанции. Кроме того, радиовещательные станции сооружались и кустарным способом, силами местных радиолюбителей. За три года своего существования сеть радиовещательных станций выросла в 6,5 раз (табл. 2).

Таблица 2

Сеть радиотелефонных станций в первые годы радиовещания

Годы	1924	1925	1926	1927	1928
Число станций	10	32	48	57	65
Мощность в квт.	16,72	53,82	133,7	146,87	192,64

К началу 1928 г. радиовещанием охватывалась территория в 2940000 км², причем, как видно из таблицы, это происходило исключительно за счет роста количества станций, средняя мощность которых оставалась постоянной, в пределах 1—2,5 квт. Строительство этих мелких станций осуществлялось различными ведомствами без всякого плана и порядка, размещение подчас было недостаточно продуманным, что не могло не повредить общему делу радиофикации страны.

Резкий перелом в развитии радиовещания наметился в 1928 г., когда правительство вынесло специальное решение об очередных задачах в области радиофикации страны. Перед НКПиТ была поставлена цель — устраи-

нить все недочеты и ошибки в деле радиовещания и радиостроительства, которые допускались за прошедшее время, правильно организовать радиовещание, создать стройную гибкую радиосеть и уничтожить создавшийся беспорядок в эфире. Это означало прежде всего введение и укрепление в этой области строгих плановых начал.

Первый пятилетний план, составленный на 1928—1932 гг., предусматривал коренные изменения в существующей технической базе радиовещания. Если до 1928 г. строились в основном радиотелефонные передатчики мощностью от 1 до 2,5 квт, то по пятилетнему заданию средняя мощность станций должна была увеличиться до 20—40 квт. Расширение охвата населения радиовещанием намечалось уже не только путем простого численного роста радиостанций, а прежде всего за счет увеличения мощности самих передатчиков.

Первый же год пятилетки принес в этом отношении большие успехи. В 1929 г. вступила в эксплуатацию 100-киловатная радиовещательная станция ВЦСПС, которая по своей мощности в 3 раза превосходила крупнейшую в то время в Европе немецкую радиостанцию в Цезене. Станция ВЦСПС была построена недалеко от Москвы в районе Щелково (Северная ж. д.) и могла с полным правом считаться тогда образцовой по продуманности конструктивных деталей и качеству самой передачи. Сооружалась станция в течение 18 месяцев. Основная часть ее оборудования изготовлялась из отечественных материалов на наших заводах. Руководил строительством инженер (ныне член-корреспондент АН СССР) А. Л. Минц. Опытная передача, состоявшаяся ночью 21 мая 1929 г., оказалась весьма удачной. Многочисленные, в том числе и зарубежные, слушатели давали самые хорошие отзывы о работе новой радиостанции. Вот что писал, например, о передаче станции ВЦСПС в день Октябрьской годовщины немецкий журнал «Der deutsche Rundfunk»: «... Благодаря отличным условиям передачи, празднование можно было слышать 7 ноября от 19 до 24 часов. Передача производилась одной из самых мощных радиостанций — радиостанцией ВЦСПС. В отношении модуляции передача не уступает новому лондонскому передатчику в Брукман-Парке. Мы слушали передачи с Красной площади перед Московским Кремлем»³.

С постройкой мощной радиовещательной станции ВЦСПС наша промышленность приобрела достаточный опыт, чтобы приступить к серийному выпуску подобных передающих устройств, предназначенных для установки в областных центрах страны. В том же 1929 г. Наркомпочтель заказал Тресту заводов слабого тока изготовление еще трех радиостанций для Ленинграда, Новосибирска и Москвы.

Задание было выполнено точно в указанные сроки. Построенная в соответствии с этим заказом мощная ленинградская радиостанция в Колпино явилась очередным достижением в области радиофикации страны. Ее передатчик имел более усовершенствованную вакуумную аппаратуру и почти полностью отечественное оборудование. К 1932 г. Трест закончил изготовление и двух других заказанных ему станций.

Одновременно со строительством новых крупных радиостанций старые, малопригодные установки или капитально переоборудовались или же закрывались совсем. В итоге суммарная мощность радиовещательных станций при их незначительном численном росте к концу первой пятилетки довольно существенно увеличилась (табл. 3).

На 1 января 1933 г. в стране насчитывалось 55 радиовещательных станций с 60 передатчиками общей мощностью около 1000 квт. Средняя мощность, приходившаяся на каждую станцию, составляла уже более 15 квт.

³ «Der deutsche Rundfunk», 1929, № 46.

Таблица 3

Рост мощности радиовещательных станций
в годы первой пятилетки

Годы	1929	1930	1931	1932
Количество передатчиков	Н. св. 333,49	57 410,0	57 901,9	60 980,0
Мощность в кВт				

Таким образом, основные наметки пятилетнего плана по развитию передающей сети удалось почти полностью осуществить. Но предстояла еще большая работа по исправлению некоторых ненормальностей в этой области, отмеченных уже ранее. Нужно было, прежде всего, устранить неравномерность в размещении радиостанций по территории Советского Союза. Подавляющее большинство радиостанций ($\frac{2}{3}$ от общего количества) находилось на территории РСФСР, и лишь незначительное число — в других национальных республиках (табл. 4).

Таблица 4

Распределение радиовещательных станций
по отдельным республикам
к концу первой пятилетки

Республика	Число передатчиков	Общая мощность в кВт
РСФСР	41	720,9
УССР	7	93
БССР	2	31,0
Закавказская ССР	3	24
Узбекская ССР	2	27
Туркменская ССР	1	4
Таджикская ССР	1	2
Всего в СССР	57	901,9

Особенно плохо обстояло дело с радиофикацией деревни. Поэтому при составлении второго пятилетнего плана развития народного хозяйства страны центральной задачей по радиостроительству было максимальное распространение местного вещания, при котором бы каждая республика, край и область имели возможность обслуживать своим вещанием все живущее там население. При этом радиовещательную сеть предусматривалось организовать так, чтобы обеспечить одновременный охват территории Советского Союза единой программой союзного значения.

Начало второй пятилетки ознаменовалось крупными успехами в деле мощного радиостроительства. 20 марта 1933 г. вступила в строй новая радиовещательная станция им. Коминтерна мощностью 500 кВт., автором проекта и руководителем строительства которой являлся А. Л. Минц. Сооружение станций было осуществлено в довольно сжатые сроки (начато в 1931 г. и закончено в конце 1932 г.). Оборудование ее целиком изготовлялось на отечественных заводах. Первые же опытные передачи новой станции, судя по огромному количеству положительных отзывов советских и иностранных радиослушателей, оказались весьма успешными. Все радиокорреспонденты единодушно отмечали исключительную силу приема и высокое качество воспроизведения как речи, так и музыкальных программ. С введенным

в эксплуатацию 500-киловатной радиостанции им. Коминтерна, СССР по номинальной мощности своей радиовещательной сети занял первое место в Европе.

К концу второй пятилетки в нашей стране насчитывалось 77 радиовещательных станций (80 передатчиков) общей мощностью 1997,5 кВт (таблица 5).

Таблица 5

Развитие передающей сети за годы второй пятилетки

Годы	1933	1934	1935	1936	1937
Количество радиостанций	55	65	Н. св.	74	77
Количество передатчиков	60	Н. св.	Н. св.	78	80
Мощность в кВт	980,0	1560,0	Н. св.	1853,5	1997,5

Несмотря на большие успехи, достигнутые в строительстве радиовещательных станций, говорить о разрешении к этому времени главной задачи — 100-процентном охвате населения радиовещанием — пока не приходилось. Состояние передающей сети радиовещания еще далеко не отвечало всем предъявлявшимся тогда требованиям. Состав сети радиовещательных станций как по типу, так и по мощности оставался пестрым. Насчитывалось около 27 типов различных передатчиков, основную группу которых составляли сравнительно маломощные 10-киловатные станции, да и то наполовину кустарного и лабораторного производства. Только небольшая группа мощных установок соответствовала последнему слову науки и техники.

В годы третьей пятилетки поэтому предстояло проделать большую работу, чтобы привести техническую базу радиовещания в состояние, отвечающее уровню техники тех лет, и добиться высокого качества советского радиовещания. Одним из мероприятий в этом отношении явилось освоение нашей радиопромышленностью в конце 1937 г. производства стандартных типов вещательных передатчиков мощностью в 2,5, 20 и 150 кВт, соответственно предназначенных для местного, областного, республиканского или общесоюзного вещания. Кроме того, были установлены совершенно определенные требования и жесткие нормы к таким основным показателям станций, как к. п. д. антенных устройств, коэффициент модуляции, стабильность частоты, коэффициент искажений и т. п.

Широкое применение в радиовещании стала находить в те годы техника коротких волн. Опыт эксплуатации первых радиовещательных коротковолновых передатчиков — Щелковского, работавшего на волнах 25 и 50 м, и Хабаровского, работавшего на волне 70 м, построенных еще в первой пятилетке, дал вполне удовлетворительные результаты. Щелковский передатчик, например, при относительно небольшой его мощности хорошо принимался в Сибири, Средней Азии и на Дальнем Востоке.

Короткие волны, благодаря особенностям их распространения, оказались действенным средством быстрейшего решения задачи 100-процентного охвата населения нашей страны радиопередачами союзного и местного значения.

В августе 1938 г. вступила в строй коротковолновая радиостанция РВ-96 мощностью 120 кВт, передачи которой можно было слушать далеко за пределами Советского Союза. По мощности и техническим показателям она заняла первое место в мире среди подобных станций.

Наряду с коротковолновыми установками продолжалось строительство радиостанций, работающих и на длинных волнах. Передатчики мощностью от 100 до 150 квт были сооружены в Алма-Ате, Тбилиси, Свердловске, Новосибирске и других городах Советского Союза. В итоге за предвоенные годы третьей пятилетки техническая база радиовещания выросла настолько, что многие радиостанции превратились в крупные, хорошо оснащенные, мощные радиовещательные центры страны.

Неотъемлемым процессом радиовещания является прием. Поэтому, как только радиотелефонная станция им. Коминтерна приступила в 1922 г. к своим передачам, сразу же стала создаваться и приемная сеть. Первоначально она состояла из приемных станций НКПиТ, которые имелись во многих городах Союза и использовались для коммерческой радиотелеграфной связи. Этими установками принимались опытные передачи первой радиотелефонной станции и оценивалась их слышимость. Приемная сеть такого рода не могла, конечно, сколько-нибудь долго обслуживать нужды радиовещания. Она просуществовала около двух лет, пока велись испытания радиотелефона и трудно было еще наладить производство специальной, предназначенной для радиовещания, приемной аппаратуры.

Начало развития подлинно вещательной приемной сети можно отнести к 1924 г. В июле этого года Советом Народных Комиссаров было принято постановление «О частных приемных радиостанциях», разрешавшее всем гражданам Советского Союза иметь свою собственную радиоприемную аппаратуру, изготовлять ее и использовать для слушания радио. К этому же времени относится и начало регулярной работы двух московских радиовещательных станций: им. Коминтерна и им. А. С. Попова.

Работа первых радиовещательных станций вызвала живейший интерес к радио среди широких слоев населения. Спрос на радиоприемную аппаратуру начал резко возрастать. Для создания массового, простого по конструкции и дешевого приемника решено было объявить специальный конкурс. После тщательного изучения и отбора представленных образцов выбор пал на детекторный приемник, известный впоследствии под маркой П2. Он и был передан Тресту заводов слабого тока для массового производства. Вскоре Трест освоил выпуск и другого подобного детекторного приемника типа ЛДВ7, отличавшегося от первого только методом настройки.

Радиоприемники этих типов рассчитывались на индивидуальный прием на телефонные трубки и позволяли слушать передачи в радиусе 50—100 км от станций. Для коллективного слушания радиопередач (в клубах, театрах и т. д.) промышленностью стали выпускаться ламповые приемники типа «Радиолана», работавшие на громкоговоритель и осуществлявшие прием в радиусе нескольких сот километров.

Этими образцами собственно и исчерпывался заводской ассортимент нашей приемной аппаратуры в первые годы радиовещания. И если он в какой-то степени мог тогда удовлетворить страну, то значительно более острой проблемой было резкое численное увеличение промышленного выпуска приемной аппаратуры и полное удовлетворение спроса на нее со стороны массового потребителя. Из-за нехватки квалифицированной рабочей силы и необходимых материалов, производительность радиозаводов была совершенно недостаточной и не могла обеспечить высоких темпов радиофикации.

Особый дефицит в радиоприемниках стал ощущаться к концу 1925 г., когда в стране развернулось широкое радиолюбительское движение. Нужно было срочно отыскивать иные технические способы резкого расширения приемной сети с тем, чтобы радиовещание действительно приобрело необходимый размах. Выход наметился в использовании для радиовещания проводных средств связи, в создании так называемых трансляционных узлов.

Первые опыты, положившие начало развитию трансляционной приемной сети в Советском Союзе, были проведены Московским городским советом профессиональных союзов в 1925 г. Сама система построения трансляционных сетей напоминала по своему виду обычную электроосветительную сеть. От центральной приемной установки — узла — расходились во все стороны, как от электростанции, провода, по которым радиовещательная программа передавалась отдельным слушателям — абонентам.

В Москве мощный усилитель был установлен в центре города, в Доме Союзов, и от него по радиальным направлениям расходились магистральные линии, достигавшие городских окраин. Длина каждой линии составляла в среднем около 8 км. Первоначально таких линий было проложено пять — к Преображенской заставе, заводу «Серп и Молот», саду им. Мандельштама, к фабрикам «Трехгорная мануфактура» и «Ява». От магистральных линий шли ответвления, заканчивавшиеся вводами в радиофицированные дома. Создание московской трансляционной сети сразу же позволило установить около 12 000 громкоговорящих радиоточек и охватить многие клубы, фабрики, школы, сады и другие общественные учреждения. Техника приема с этого времени стала развиваться по двум направлениям: с одной стороны, совершенствовались и распространялись обычные радиоприемники, т. е. использовалась «эфирная система», с другой стороны, получала все большее применение система проводного вещания — трансляция. Надо сказать, что способ трансляционного вещания, отличавшийся относительной дешевизной и простотой устройства, быстро завоевал широкую популярность. Трансляционные узлы стали создаваться в клубах и на предприятиях силами самих радиолюбителей. К 1928 г. в стране насчитывалось уже около двухсот маломощных кустарных узлов, транслировавших передачи радиовещательных станций. Таблица 6 дает представление о состоянии приемной сети страны на 1 октября 1928 г.

Таблица 6

Приемная сеть СССР в 1928 г.

Технические средства	Количество
Трансляционные узлы	177
Громкоговорители	11 742
Телефонные трубки	9 391
Приемники	70 000

В первые годы радиовещания элемент стихийности в развитии приемной сети давал себя чувствовать, пожалуй, еще сильнее, чем в развитии передающей. Радиотрансляционные узлы строились различными ведомствами без всякого плана. Часто в некоторых областных городах открывалось сразу по несколько маломощных трансляционных узлов, эксплуатация которых совершенно не оправдывала производимых затрат.

Начало планомерному построению приемной сети, также как и передающей, было положено в 1928 г., когда Народный комиссариат почт и телеграфов разработал первый пятилетний план развития радиовещания в СССР. В плане особое внимание уделялось радиофикации деревни, так как радио призвано было стать одним из могущественных средств проведения культурной революции среди миллионов масс крестьянства и перевода общественно-экономического развития деревни на новый социалистический путь.

Осуществление первого пятилетнего плана значительно расширило аудиторию радиослушателей (табл. 7). Во много раз увеличилось число

трансляционных узлов, 40% из которых размещалось уже в сельской местности. По своей мощности узлы распределялись следующим образом: 70% всех установок имело мощность до 9 ватт, 20% — до 30 и 10% — более высокую мощность.

Таблица 7

Состояние приемной сети к концу 1932 г.

Годы	1928	1932
Количество трансляционных точек	22 000	1 861 000
» эфирных точек	70 000	97 000

Несколько хуже обстояло дело с эфирной приемной сетью, развитие которой шло более медленными темпами. Объяснялось это тем, что разработка новых типов радиодеталей и приборов велась в отрыве от производства, без должного учета его технологических возможностей. Внедрение проектов в промышленность было сопряжено поэтому с пересмотром конструкций непосредственно на заводах-изготовителях применительно к их возможностям.

Период освоения новой продукции чрезмерно затягивался. Планы выпуска радиоаппаратуры нашими заводами часто не выполнялись как в количественном, так и в качественном отношении.

Пока не была создана мощная производственная база для массового выпуска приемной аппаратуры, нельзя было и думать о широком развитии эфирной приемной сети. Радиопромышленность должна была, во-первых, полностью удовлетворить организованного потребителя в части номенклатуры; во-вторых, довести качество аппаратуры до уровня современной техники и, в-третьих, для удешевления стоимости, увеличения выпуска и улучшения качества продукции распределять заказы по заводам по принципу производственного единообразия. Особое внимание следовало уделить расширению производства батарейных источников питания, из-за недостатка которых почти $\frac{3}{4}$ всех ламповых радиоприемников находилось в состоянии вынужденного бездействия.

Выполнение перечисленных требований выдвигало задачу коренной перестройки работы всей радиопромышленности. Дело это оказалось весьма сложным и затяжным, что, естественно, отразилось на итогах выполнения планов первых двух пятилеток по развитию эфирной сети. В условиях недостатка на рынке ламповых радиоприемных устройств и источников питания к ним, владельцы детекторных приемников (уже не удовлетворявших тогда радиослушателей по своим техническим данным) переходили в большинстве случаев на проводное вещание. В результате, если трансляционная приемная сеть в годы первой и второй пятилеток заметно выросла (табл. 8), то количество эфирных приемных точек находилось, примерно, на одном и том же уровне.

Таблица 8

Рост трансляционных приемных точек в годы второй пятилетки

Годы	1933	1934	1935	1936	1937
Количество точек (в тыс.)	1475	1740	2245,9	2946,7	3423,0

К 1937 г., последнему году второй пятилетки, приемная сеть страны насчитывала более 3,5 млн. радиоточек, т. е. примерно 25 точек на 1000 жителей. Основной удельный вес (примерно 80%) в приемной сети занимало проводное вещание.

Существенным недостатком в выполнении программы второй пятилетки оставалась неравномерность в размещении приемных точек по территории страны. Радиофицировались в первую очередь города и близлежащие к ним районы. Все еще невысок был процент охвата национальных окраин.

Принятый государством третий пятилетний план на 1938—1942 гг. выдвигал весьма серьезные задачи в области преодоления имевшихся недочетов и дальнейшего развития радиофикации. За годы третьей пятилетки предусматривалось в 2,3 раза увеличить слушательскую приемную сеть; в крупных городах — построить мощные усилительные подстанции, автоматически управляемые с центральной станции или с промежуточных диспетчерских пунктов, повысить в несколько раз плотность радиофикации населения городов.

К началу третьей пятилетки реорганизация радиопромышленности была почти полностью завершена, и имелись все реальные возможности для осуществления намеченной программы. Переход заводов на методы массового производства резко повысил количество выпускаемой ими продукции. В результате, в предвоенные годы были выпущены сотни тысяч приемников, радиоламп, репродукторов и другой аппаратуры. Успехи промышленности заметно сказались на общих темпах радиофикации. Приемная и, особенно, трансляционная сеть выросла во много раз (табл. 9).

Таблица 9

Рост приемной сети Советского Союза за годы пятилеток

Годы	1928	1932	1937	1940
Число абонентов трансляционного вещания (в тыс.)	22,0	1861,0	3423,0	5853,0
Число эфирных установок (в тыс.)	70,0	97,0	321,0	1128,0

Начавшаяся в 1941 г. Великая Отечественная война временно прервала дальнейшее развитие приемной и передающей сети радиовещания. Заводы, выпускавшие радиоизделия, перешли на обслуживание фронта. Большой ущерб радиовещательной сети был нанесен в эти годы военными действиями.

Но, примерно, уже с конца 1942 г. радиопромышленность снова начала производить радиовещательную аппаратуру, использовавшуюся в первую очередь для восстановления радиосети на освобожденной от неприятеля территории. К 1944 г. работы по радиофикации велись одновременно в 49 освобожденных областях Украины, Белоруссии, Молдавии, Литовской, Латвийской и Эстонской ССР. Только за один 1944 г. снова вступили в строй 822 радиоузла. Всего в течение 1942—1945 гг. было построено 1800 трансляционных узлов, сооружено свыше 30 000 км радиотрансляционных линий и установлено более 1,6 млн. радиоточек.

К началу послевоенной четвертой пятилетки (1946—1950 гг.) многое в области радиофикации страны уже удалось сделать. Наряду с восстановлением старого хозяйства, шло и строительство новых установок. В 1946 г. в стране насчитывалось около 9250 действующих радиоузлов. За годы четвертой пятилетки их число значительно возросло; вступили в строй мощные радиоузлы в Киеве, Харькове, Ростове, Тбилиси и других городах Советского Союза. Трансляционные сети Москвы и Ленинграда достигли грандиоз-

ных размеров: московская сеть насчитывала более 850 000 радиотрансляционных точек, ленинградская — более 400 000.

Непрерывно расширялась сеть эфирного приема. В послевоенные годы советская радиопромышленность освоила выпуск большого количества радиоприемников совершенно новых образцов.

В пятой пятилетке радио приобрело свою замечательную черту — массовость. Только в одном 1955 г. работники связи установили 2994,8 тыс. радиоточек, из них 2179 тыс. — в сельской местности. Эта цифра соответствует примерно тому количеству радиоточек, которое было установлено за две первые пятилетки (табл. 10). Широко развитую сеть проводного вещания стали иметь все города и районные центры. Выпуск приемной аппаратуры нашей промышленностью продолжал неуклонно расти.

Таблица 10

Рост радиоприемной сети в послевоенные годы *

Годы	1940	1950	1954	1955
Число радиоприемных точек (в млн.)	6,98	11,47	21,62	26,46
Из них эфирных	1,12	1,77	4,73	6,10

Своими успехами радиофикация во многом обязана советским ученым, инженерам и изобретателям, внесшим огромный вклад в дело ее современного развития. Большие заслуги в этой области принадлежат Б. А. Введенскому, В. А. Котельникову, А. Л. Минцу, В. И. Сифорову, В. М. Тимофееву и другим новаторам отечественной радиотехники.

Широкое развитие в годы послевоенных пятилеток получило новое средство вещания — телевидение. Построенный в конце 30-х годов Московский телевизионный центр был реконструирован и оснащен новой первоклассной отечественной аппаратурой, позволяющей вести передачу на 625 строках. Это обеспечило высокую четкость изображения, и Московский телецентр занял одно из первых мест в мире по качеству своих передач. В 1954—1956 гг. вступили в строй новые телевизионные центры в Ленинграде, Харькове, Киеве, Риге, Таллине, Свердловске, Омске и других городах. Начала вести передачу ретрансляционная телевизионная станция в Калининне. В 1957 г. в Советском Союзе насчитывалось уже 27 телевизионных центров.

Грандиозные задачи поставил перед радиопромышленностью XX съезд КПСС. В соответствии с директивами съезда, в шестой пятилетке радиофикация страны должна получить свое окончательное завершение. Для выполнения этой задачи мощность наших передающих станций должна быть увеличена не менее, чем на 90%. В ходе нового строительства параллельно будут реконструироваться и старые станции, мощность которых увеличится в 1,5—2 раза. Строительство новых станций будет проводиться главным образом в Сибири, Средней Азии и на Дальнем Востоке. В новой пятилетке предстоит обеспечить высококачественный и уверенный прием первой программы центрального радиовещания на всей территории нашей страны, значительно расширить зону слышимости второй и третьей программ центрального вещания, а также улучшить слышимость программ республиканского и областного вещания.

В Европейской части Советского Союза эта задача будет решена путем создания разветвленной сети ультракоротковолновых радиовещательных станций, обеспечивающих хорошую помехоустойчивость и высококачественное воспроизведение звука.

* «Народное хозяйство СССР. Статистический сборник», 1956.

Большая программа работ намечается в шестой пятилетке в области развития телевизионного вещания. За пять лет должно быть построено и введено в действие не менее 48 телевизионных центров в дополнение к 27 существующим. Все столицы союзных республик и многие крупные промышленные города будут иметь свои телецентры. Начнется внедрение цветного телевидения. Предусматривается создание на кабельных и радиорелейных линиях специальных каналов для обмена программами между телевизионными центрами.

По пятилетнему плану предполагается значительно расширить существующую приемную сеть. К концу пятилетки количество радиотрансляционных точек увеличится почти в два раза. Предстоит установить 18 500 тыс. радиоточек, из них свыше 10 миллионов — от колхозных радиоузлов. Годовой выпуск приемников будет доведен нашей промышленностью к 1960 г. до 10,2 млн. штук.

С выполнением шестого пятилетнего плана развития радиовещательной сети в Советском Союзе ленинская идея о создании «газеты без бумаги и расстояний» полностью воплотится в жизнь.

Н. И. ЕВСТЮШИН

РАЗВИТИЕ КОНСТРУКЦИЙ МАШИН ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ ДЛЯ ПОЛЯРНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

ПЕРВЫЕ ПОПЫТКИ ПРИМЕНЕНИЯ МЕХАНИЧЕСКОГО ТРАНСПОРТА В ПОЛЯРНЫХ УСЛОВИЯХ

Мысль об использовании механических средств передвижения по льду и снегу при исследовании полярных территорий давно занимала ученых.

Первая попытка применения механического транспорта в полярных условиях была осуществлена английским исследователем лейтенантом Эрнстом Шеклтоном, использовавшим в своей антарктической экспедиции 1908—1909 гг. автомобиль-сани¹.

Это был обыкновенный автомобиль фирмы «Арроль—Джонстон», передние колеса которого устанавливались на лыжи, а задние — для повышения сцепления со снежным полотном имели зубчатые обода и специальные покрышки с выступами. Четырехцилиндровый двигатель мощностью 12—15 л. с. с воздушным охлаждением имел подогрев для облегчения его запуска и смазывался специально изготовленным для антарктической экспедиции маслом, не застывавшим при температуре до -36°C .

Одна из пробных поездок участников экспедиции на язык глетчера, состоявшаяся 19 сентября 1908 г., показала, что автомобиль застревал в рыхлом снегу и передвигался со скоростью от 2 до 10 км в час, пройдя за весь день 50 км. Другие поездки также были неудачными.

Снег обладает малой несущей способностью, поэтому снегоходные машины должны иметь сравнительно невысокие удельные давления (двигателя) на снежное полотно, получить которые в колесных автомобилях трудно из-за малой опорной поверхности шин. Это обстоятельство, а также недостаточное сцепление ведущих колес со снежным полотном приводят к тому, что колесные машины имеют низкую проходимость по снегу.

Известный исследователь полярных стран англичанин Роберт Скотт, учтя, видимо, неудачный опыт Шеклтона с колесным автомобилем, впервые использовал в своей экспедиции к южному полюсу в 1910 г. гусеничные моторные сани. Применение для исследования Антарктики машин с гусеничными двигателями явилось важным этапом в развитии средств наземного передвижения в полярных странах, так как гусеничный двигатель позволял увеличить проходимость моторных повозок в условиях снежного бездорожья и сильно пересеченных торосистых ледовых поверхностей.

Гусеничные моторные сани Скотта были построены фирмой «The Wolsely Tool Motor Car Co». Они приводились в движение посредством двух беско-

нечных цепей с гребными планками, надетых на зубчатые ведущие колеса. На саних был установлен бензиновый четырехцилиндровый двигатель мощностью 12 л. с. с воздушным охлаждением. Карбюратор двигателя имел подогрев выхлопными газами и снабжался специальным устройством для сжигания бензина в целях подогрева смесительной камеры при запуске мотора. Двухскоростная коробка передач обеспечивала скорость от 3 до 4 км/час. Заднего хода машина не имела.

Первые же дни работы показали конструктивные недостатки моторных саней Скотта. При движении по неровной поверхности соскакивали цепи, на льду с небольшим слоем снега движитель буксовал, скорость передвижения была слишком мала — сани проходили за день не более 7 миль.

Следствием тяжелых дорожных условий и недостаточного охлаждения мотора был чрезмерный перегрев цилиндров двигателя, который в сочетании с переохлаждением карбюратора от встречного ветра и обдува вентилятором, привел к образованию в цилиндре трещин. В результате сани вышли из строя.

Капитан Скотт возлагал большие надежды на механические средства передвижения в полярных условиях. В своем дневнике он писал: «Мне ужасно хочется, чтобы этот опыт удался, даже если моторам (моторным саним. — Авт.) не суждено играть большую роль в нашей экспедиции. Небольшой доли успеха было бы достаточно, чтобы показать, чего можно от них ожидать, и способны ли они, в конце концов, произвести переворот в полярной системе перевозки»².

ПОЛУГУСЕНИЧНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Первые попытки применения механических средств передвижения в Антарктике имели место в период становления автомобильной техники, когда автомобили, не говоря уже о машинах высокой проходимости, были еще далеки от совершенства.

В это время (1908—1910 гг.) моторные сани только зарождались. Это был период исканий и экспериментов. В России и в других странах создавались снегоходные машины с различными двигателями: винтовыми, гусеничными, с гребными колесами и барабанами, с воздушным винтом и т. д.

Быстрое развитие автомобилестроения способствовало развитию средств зимнего транспорта. Из многих типов вездеходов, применявшихся в условиях зимнего бездорожья, наибольшее распространение получили автомобили с гусеничными двигателями.

В 20—30-х годах текущего столетия полугусеничные автомобили применялись в Арктике и Антарктике. Американский полярный исследователь Бэрд продолжил попытки применения механического наземного транспорта в условиях Антарктиды. В одной из экспедиций в Антарктику 1928—1929 гг. он использовал полугусеничные автосани Форда³ (рис. 1).

Автосани Форда представляли собой трехосный автомобиль, передние колеса которого были заменены лыжами, а на задние одеты гусеничные цепи. Такая конструкция двигателя не обеспечивала хорошей приспособляемости его к неровностям пути и благоприятных условий в части распределения нагрузки при ударах о застрugi. Вблизи базы автосани работали удовлетворительно, но при первом же более серьезном испытании на большую дистанцию с прицепным грузом на нартах они оказались недостаточно надежными и, пройдя 120 км, вышли из строя. От ударов о твердые застрugi

² «Дневник капитана Р. Скотта». Л., Изд. Всесоюз. арктич. ин-та, 1934, стр. 263.

³ Р. Э. Бэрд. Над южным полюсом. Л., 1935.

¹ Э. Шеклтон. В сердце Антарктики. Л., 1935.

поломался задний мост автомобиля. Недостаточна была также проходимость — машина застревала в рыхлом снегу настолько, что ее приходилось откапывать.

В СССР в полярных условиях полугусеничные автомобили были впервые применены Н. Н. Урванцевым в 1933 г. в экспедиции Главсевморпути в Нордвик⁴. Опытным заводом НАТИ были построены 4 полугусеничных автомобиля НАТИ-3 на шасси автомобиля ГАЗ-АА.

Гусеничный движитель вездехода НАТИ-3 балансирно подвешен относительно рамы автомобиля. Рамы левой и правой частей движителя смонтированы независимо одна от другой и могут поворачиваться на чулках заднего моста автомобиля. На концах каждой рамы расположены двойные

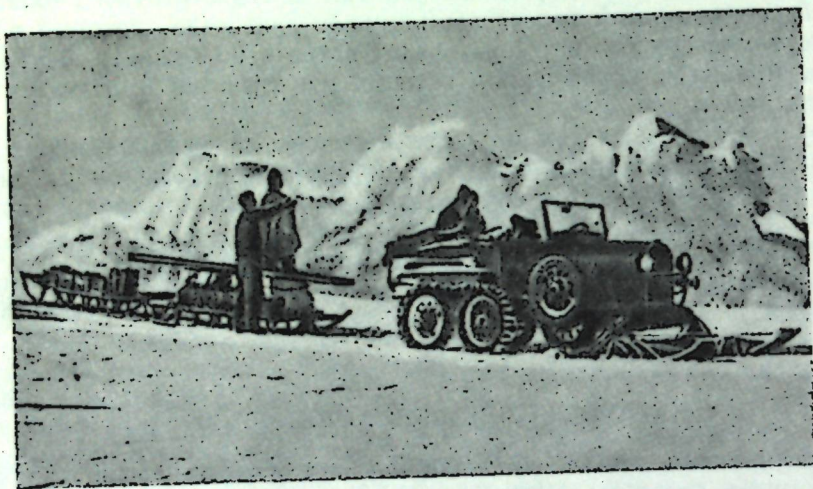


Рис. 1. Полугусеничный автомобиль «Форд»

скаты колес, на которые одеты резино-металлические ленты. Крутящий момент на ведущие колеса движителя передается от полуосей заднего моста посредством цепных передач, а от ведущих колес к лентам — за счет сцепления. В середине рамы движителя подвешены двойные балансиры, на которых смонтированы опорные катки. Такая конструкция движителя обеспечивала лучшую приспособляемость его к неровностям пути.

При зимовке каравана судов у острова Самуила вездеходы доставляли грузы с кораблей на базу, находившуюся в 8 км. За сентябрь—декабрь 1933 г. вездеходы сделали 155 рейсов общей протяженностью 2480 км и перевезли 201 т груза. Машины работали в тяжелых условиях: в период полярной ночи, в пургу и при резко меняющейся температуре воздуха (от -2 до -43°C).

В марте 1934 г. два вездехода НАТИ-3 совершили пробег вокруг северной части Таймырского полуострова. Они прошли 470 км по морскому льду и суше с плотным снежным покровом со средней технической скоростью 5,9 км/час при нагрузке от 1 до 1,5 т. Средний расход бензина на 100 км составил 126 кг.

В мае 1934 г. два вездехода НАТИ-3 совершили скоростной пробег: остров Самуила—мыс Челюскина и обратно, протяженностью 171 км. При нагрузке около 1 т средняя скорость вездеходов была 10 км/час, расход бензина 76—100 кг на 100 км. Всего за сезон 1933/34 г. на полярной стан-

⁴ Н. Н. Урванцев. Автотранспорт в борьбе за освоение Арктики. М., 1935.

ции о. Самуила четыре вездехода НАТИ-3 прошли 6942 км и перевезли 2579 т груза.

В процессе работы вездеходов НАТИ-3 на Таймырском полуострове был выявлен ряд конструктивных недостатков машин. Гусеничный движитель забивался снегом, который смерзался и значительно повышал сопротивление движению. Это особенно резко сказывалось на работе машины в период оттепели (-5°C и выше), когда перевозки приходилось прекращать ввиду малой скорости и производительности вездеходов. При температуре -30°C и ниже масло в дифференциале и в коробке передач стыло, что также повышало сопротивление движению. При температуре ниже -35°C резиновые детали движителя сильно твердели и теряли эластичность, что существенно снижало его работоспособность. Передача тягового усилия от ведущих колес к ленте посредством трения не обеспечивала надежной работы движителя, наблюдалась пробуксовка ленты по покрышкам, особенно после остановки машины на некоторое время, когда разогревшиеся в работе ленты и покрышки успевали покрыться тонкой коркой льда. Существенным недостатком в работе вездеходов являлась сравнительно низкая скорость движения. Однако в целом опыт использования полугусеничных вездеходов НАТИ-3 на Таймырском полуострове следует считать более удачным, нежели предшествующие попытки применения автосаней в полярных условиях.

В 1933—1935 гг. во второй экспедиции Бэрда в Антарктику использовались два полугусеничных автомобиля «Форд» и три полугусеничных вездехода французской фирмы «Ситроен».

Гусеничный движитель типа Кегресс—Ситроен был жестко прикреплен к раме автомобиля и имел центральную балансирную подвеску опорных катков⁵. Гусеница этого движителя представляла собой резино-тканевую ленту, на внутренней поверхности которой укреплялись резиновые башмаки, направлявшие ленту и резиновые зубья, зацеплявшиеся с ведущим барабаном. К наружной поверхности ленты прикреплялись дуралюминиевые траки (накладки) для повышения сцепления гусеницы со снежным полотном. Передние колеса автомобиля опирались на лыжи. В отличие от полугусеничного автомобиля НАТИ-3, в движителях типа Кегресс—Ситроен передача тягового усилия гусенице осуществлялась не за счет трения между лентой и ведущим колесом, а посредством зацепления резино-тканевых зубьев ленты с ведущим барабаном, что исключало пробуксовку гусеничных лент.

Большие трудности при эксплуатации вездеходов возникали в связи с низкой температурой воздуха, особенно затрудняло работу замерзание конденсата в бензопроводах. Движение вездеходов весьма осложнялось также наличием большого числа трещин в ледовом покрове. Но, несмотря на все трудности, вездеходы прошли в этой экспедиции 21 000 км при нагрузке каждой машины более 3 т.

ГУСЕНИЧНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Опыт эксплуатации полугусеничных автомобилей показал, что в условиях снежного бездорожья их проходимость по глубокому рыхлому снегу существенно повышается за счет уплотнения снега лыжами и улучшения тем самым условий движения гусеничного движителя. При этом повышается коэффициент сцепления движителя со снегом, уменьшается коэффициент сопротивления движению и обеспечивается возможность движения с боль-

⁵ Полугусеничные автомобили с движителями Кегресс были впервые построены в России в 1909 г.

шими скоростями по сравнению со скоростью гусеничных автомобилей. Улучшение пути самой машиной в процессе движения является весьма ценным достоинством снегоходного автомобиля, особенно в условиях движения по глубокой рыхлой снежной целине. В то же время полугусеничные автомобили, по сравнению с гусеничными, имеют некоторые существенные недостатки: большую длину и больший радиус поворота, низкую маневренность. Кроме того, они плохо поддаются управлению на пересеченной местности. Сравнительно малые углы въезда и съезда и больший радиус продольной проходимости ограничивают проходимость полугусеничных автомобилей по неровному пути.

Гусеничные автомобили обладают более высокими тяговыми свойствами, так как их сцепной вес равен полному весу автомобиля, тогда как сцепной вес полугусеничного автомобиля составляет только часть полного веса.

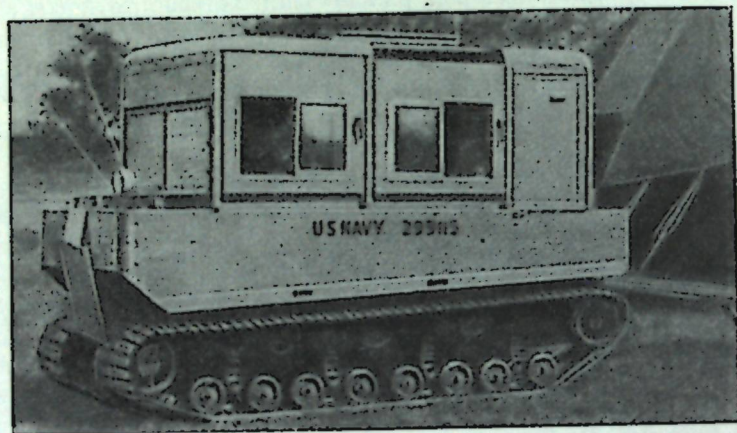


Рис. 2. Гусеничный вездеход «Визель» М-29

Благодаря этому гусеничные автомобили имеют более высокий запас тяги по сцеплению, что позволяет преодолевать большие препятствия и эффективно использовать эти машины в качестве тягачей. В условиях пересеченной местности с большими жесткими неровностями пути гусеничные снегоходные машины имеют более высокую проходимость и надежность в работе.

В настоящее время в Антарктике используются преимущественно гусеничные машины. Советская экспедиция в Антарктике успешно применяет гусеничные автомобили ГАЗ-47.

Двухгусеничный движитель вездехода ГАЗ-47 жестко закреплен относительно рамы и имеет многоточечную независимую подвеску опорных катков. Тяговое усилие металлическим гусеницам передается посредством зацепления их с ведущими зубчатыми барабанами. Подвеска опорных катков торсионная. Удельное давление гусениц на грунт $0,2 \text{ кг/см}^2$.

Автомобиль имеет шестицилиндровый четырехтактный двигатель мощностью 70 л. с. Вес машины в снаряженном состоянии 3550 кг, грузоподъемность 1000 кг. Наибольшая скорость по шоссе 32—34 км/час. Конструкция движителя обеспечивает высокую проходимость автомобиля в условиях тяжелого антарктического зимнего бездорожья.

Применение металлических гусениц с принудительным приводом посредством зубчатого зацепления, большой диаметр опорных катков и независимая их торсионная подвеска обеспечивают надежность в работе гусеничного движителя в условиях больших динамических нагрузок при движении по высоким и жестким застругам.

Американская экспедиция в Антарктику использует двухгусеничные вездеходы «Визель» М-29 и четырехгусеничные вездеходы-лесовозы «Снежная кошка»⁶. Вездеход «Визель» М-29 (рис. 2) имеет двигатель мощностью 90 л. с., грузоподъемность 400 кг, вес конструкции 2515 кг, удельное давление под гусеницами $0,134$, а при опоре на днище $0,76 \text{ кг/см}^2$. Гусеничный движитель жестко прикреплен к раме автомобиля, левая и правая части движителя имеют по 4 пары опорных катков, причем левые и правые пары соединены поперечной рессорой. На вездеходе имеется радарная установка, которая позволяет вести машину по заданному направлению вслепую.

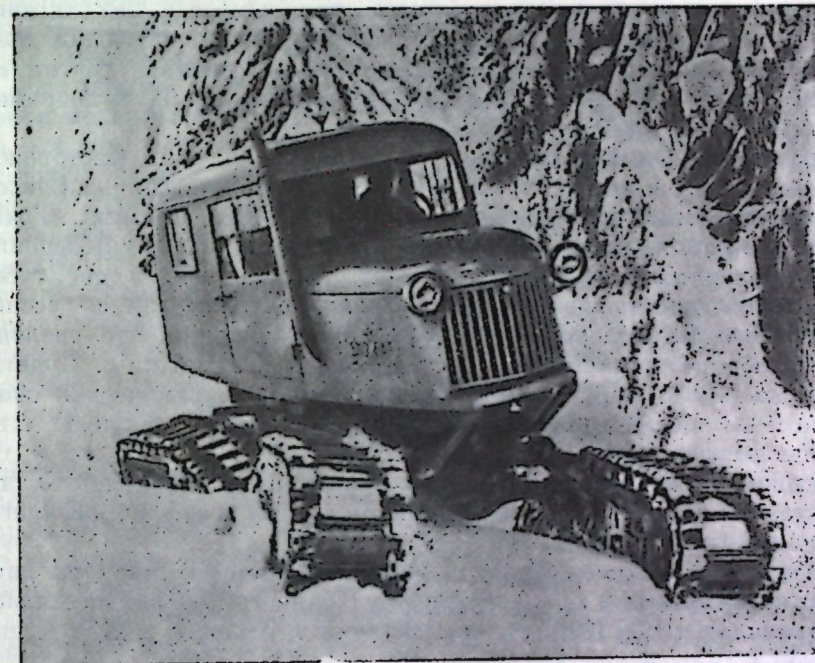


Рис. 3. Четырехгусеничный вездеход «Снежная кошка»

Оригинальную конструкцию имеет американский четырехгусеничный вездеход «Снежная кошка» (рис. 3), который был создан для похода главной партии антарктической американской экспедиции в глубь материка на расстояние в 2000 миль (3200 км).

Гусеничный движитель вездехода состоит из четырех гусеничных тележек, которые расположены подобно колесам двухосного автомобиля. Все четыре тележки являются управляемыми и смонтированы относительно ведущих осей независимо и поворотом в вертикальной плоскости. Это обеспечивает приспособляемость к поверхности пути каждой гусеничной тележки. Трансмиссия автомобиля состоит из пятиступенчатой коробки передач, центральной (раздаточной) коробки, трансмиссии к передней и задней ведущим осям. Каждая из ведущих звездочек расположена внутри корпуса гусеничной тележки и зацепляется своими зубьями с гусеницами. Гусеница имеет форму веревочной лестницы и движется на роликах расположенных на поверхности корпуса тележки. Подвеска гусеничных тележек осуществляется посредством четырех полуэллиптических рессор. Металлический

⁶ R. Byrd. We'll plant a village on the South Pole. «Popular Mechanics», 1956, № 2 (США); R. Dempewolf. Under Antarctic ice: The Seabees Build a Town. «Popular Mechanics», 1956, № 4 а. 5 (США).

закрытый кузов автомобиля рассчитан на 12—15 человек. Двигатель — фирмы «Крайслер» типа У-8. Для устранения возможности замерзания охлаждающей жидкости применяется специальный керосиновый отопитель. Габаритные размеры автомобиля: длина — 6100 мм, ширина — 2260 мм, высота — 2285 мм.

ГУСЕНИЧНЫЕ ТРАКТОРЫ

Наряду с транспортными гусеничными вездеходами в полярных условиях применяются гусеничные тракторы, используемые как тягачи для транспортировки грузов на прицепных санях, для подготовки взлетно-посадочных площадок для самолетов, строительных работ и других целей.

В СССР гусеничные тракторы в полярных условиях были впервые применены в 1925/1926 гг.⁷

Для разведки полиметаллических и каменноугольных месторождений на Крайнем Севере в районе Норильска Н. Н. Урванцевым были использованы три гусеничных трактора «Рено» с прицепными санями. Тракторы и сани были слишком тяжелы, полозья сапей узки, и поэтому передвигаться по глубокому снегу было очень трудно. Сани проваливались в снег; гусеницы трактора пробуксовывали, зарывая трактор еще глубже; рвались гусеничные цепи. Потребное тяговое усилие было настолько велико, что рвался сложенный вчетверо 12-миллиметровый стальной трос. Путь из с. Дудинского до Норильска (100—120 км) занял 34 дня. Средняя техническая скорость составляла 2 км/час. Тремя тракторами было перевезено около 11 т груза, при расходе горючего 3130 кг.

Такая низкая эффективность работы тракторов объяснялась их непригодностью для движения по глубокому снегу и неудачной конструкцией прицепных сапей.

Несмотря на первые неудачи, позднее гусеничные тракторы широко и успешно применялись в СССР в районах Крайнего Севера: на Алданских золотых приисках в 1927/1928 г., на Вайгаче и в Амдерме в 1930 г., на Колыме в 1932 г. и т. д.

Большой интерес представляет проведенный в апреле—мае 1956 г. советскими исследователями опыт применения гусеничных тракторов для передвижения во внутриматериковые районы Антарктиды⁸ на расстояние порядка 400 км от Мирного в направлении геомагнитного полюса на высоту 2000—3000 м над уровнем моря. Характер геофизических наблюдений в пути и громоздкость оборудования определили способ и средства передвижения экспедиции, т. е. целесообразность использования санио-тракторного поезда, состоящего из двух гусеничных тракторов С-80 (один с бульдозером) и шести прицепных сапей.

В целях улучшения проходимости тракторов по рыхлому снегу к гусеницам прикреплялись специальные ушпренные башмаки. Большие затруднения создавались из-за низкой температуры воздуха. Трудность запуска двигателей при низкой температуре (—40——45° С) вынуждала поддерживать их работу круглосуточно, что требовало большого запаса горючего. При падении температуры до —52° ломались металлические прицепные тяги сапей. В среднем поезд делал за день 10—12 км.

Экспедиции зарубежных стран в Антарктике также применяют гусеничные тракторы. Так, например, американская экспедиция использует

35-топные гусеничные тракторы «Катерпиллар». В целях уменьшения удельного давления на снежную поверхность и повышения проходимости по снегу гусеницы трактора имеют ширину 1,5 м. Тракторы используются как тягачи для передвижения санных поездов.

КОЛЕСНЫЕ АВТОМОБИЛИ ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ

Гусеничные машины, по сравнению с колесными, обладают более высокой проходимостью в условиях бездорожья. Однако они имеют ряд недостатков, а именно: сравнительную сложность конструкции движителя, большую трудоемкость и стоимость изготовления, большую металлоемкость и вес конструкции и меньший коэффициент использования мертвого веса, снижение механического коэффициента полезного действия за счет дополнительных потерь на трение в механизмах движителя, сравнительно малый срок службы гусениц, большой расход горючего и ограниченные возможности повышения скорости движения.

Указанные недостатки машин с гусеничными движителями заставляли конструкторов искать другие способы передвижения моторных повозок в условиях бездорожья и, в частности, искать пути повышения проходимости колесных вездеходов. Одним из путей улучшения проходимости колесных автомобилей по неровному пути являлось применение колес большого диаметра (около 3 м), которые позволяли значительно увеличить просветы (клиренс) автомобиля, уменьшить радиус продольной и поперечной проходимости, увеличить высоту преодолеваемых вертикальных препятствий.

Повышение проходимости по мягким и сыпучим грунтам осуществлялось путем снижения удельного давления колес на грунт за счет увеличения размера шин и снижения внутреннего давления в них. Этому способствовало также увеличение клиренса автомобиля. Улучшению тяговых свойств автомобилей по сцеплению способствовало увеличение числа ведущих колес. При этом повышалось отношение сцепного веса к полному весу машины и вместе с тем уменьшалась абсолютная нагрузка на одно ведущее колесо.

Указанные пути повышения проходимости колесных автомобилей послужили технической основой для создания специальных колесных вездеходов, применимых в полярных условиях.

Одной из таких машин является колесный вездеход «Снежный крейсер» (рис. 4), который был построен в США в 1939 г. фирмой Пульман для третьей экспедиции Бэрда в Антарктику⁹. «Снежный крейсер» предназначался для длительных экспедиционных поездок по Антарктиде на расстояния до 1500 миль (2400 км). Запасы питания были рассчитаны на 12 месяцев для команды в 4 человека. На крыше «Снежного крейсера» мог разместиться пятиместный самолет, имевший радиус действия около 2500 км, что давало возможность достигнуть берега океана из любой точки антарктического континента. Но главным назначением этого самолета являлись разведка и аэрофотосъемка местности.

Вездеход имел дизель-электрическую установку с независимым приводом всех четырех колес.

«Снежный крейсер» был оборудован двумя дизелями мощностью по 125 л. с. каждый. Общая длина «Крейсера» — 16,5 м, вес конструкции — 37 500 кг, удельное давление колес на грунт — 3 кг/см².

Колеса «Крейсера» диаметром 3050 мм и просвет в 1220 мм обеспечивали проходимость машины по пересеченному неровному пути со значительными

⁹ «Construction of the Antarctic Snow-Cruiser». «Automotive Industries», 1939, Septemb. 15 (США); «The Byrd Antarctic Snow-Cruiser». «Motor», 1939, Novemb. 8 (США).

⁷ Н. Н. Урванцев. Цит. соч.

⁸ А. М. Гусев. На материке Антарктиды. «Вестник Академии наук СССР», 1956, № 8.

препятствиями в виде заструг. Независимая подвеска всех колес обеспечивала хорошую приспособляемость машины к поверхности пути и позволяла поднимать или опускать любое из колес, меняя клиренс машины от нуля до максимальной величины. Такая конструкция давала возможность пересекать трещины шириной до 4,5 м. Для проезда через такие трещины машину подводят передними колесами к краю трещины, после чего их поднимают и опускают таким образом переднюю часть корпуса на поверхность снега, перекрывая корпусом трещину. Опираясь на задние колеса и скользя передней частью корпуса по снегу, машина продвигается вперед до тех пор, пока передние колеса, пройдя трещину, не достигнут противоположного ее края. После этого передняя часть машины поднимается на колеса, а задняя часть опускается на снег.

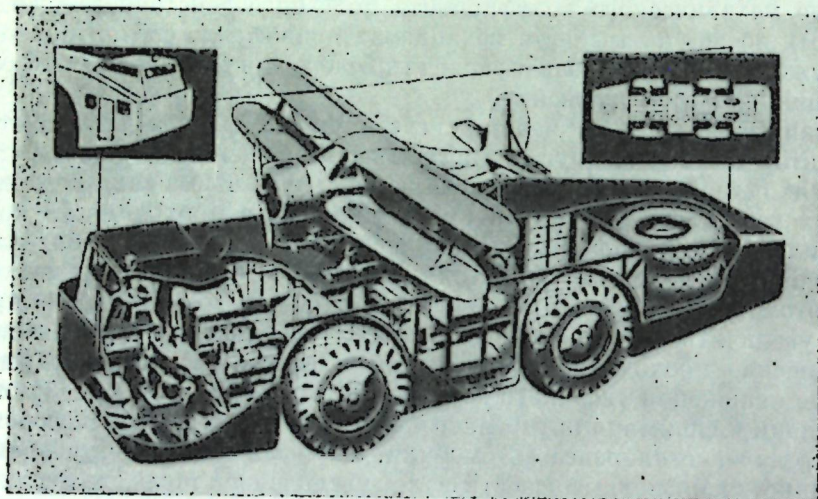


Рис. 4. «Снежный крейсер»

Опираясь теперь на передние колеса и скользя задней частью корпуса по снегу, машина продолжает движение через трещину.

При конструировании и постройке «Крейсера» особое внимание было уделено вопросу максимального уменьшения веса конструкции. Поэтому каркас корпуса выполнен сварным из высокопрочных марок стали.

В последние годы военное ведомство США проводило испытания в Арктике дизель-электрического вездехода фирмы Летурно (Le Tourneau) США¹⁰. Вездеход имеет четыре двухскатных колеса с пневматическими шинами диаметром 3,05 м и шириной 1,2 м. Давление в шинах может меняться в зависимости от условий работы в пределах от 0,28 до 1,75 кг/см². Дизель-электрическая установка имеет мощность 400 л. с. Электродвигатели вместе с редукторами вмонтированы в обода колес. Все колеса вездехода являются ведущими и управляемыми.

В целях уменьшения мертвого веса в машине широко использованы легкие алюминиевые сплавы. Длина вездехода 8,5 м, ширина 7,3 м, клиренс 1,06 м. Скорость вездехода по снегу 13 км/час. Он может быть использован как тягач, и как транспортная машина с грузовым кузовом.

¹⁰ «Giant trailblazing vehicle». «Modern Transport», 1955, № 1 (англ.).

МАШИНЫ ВЫСОКОЙ ПРОХОДИМОСТИ С ПРОПЕЛЛЕРНОЙ ТЯГОЙ

Одним из наиболее существенных недостатков всех снегоходных машин, передвигающихся посредством движителей, взаимодействующих со снежным покровом (гусеничных, колесных и др.), является зависимость тяговых свойств движителя от состояния пути. Поэтому конструкторы изыскивали такие способы передвижения моторных повозок, при которых тяга движителя машины не зависела бы от состояния пути. Одним из таких способов является использование пропеллерной тяги, т. е. воздушного винта¹¹. Наряду с колесными и гусеничными машинами, аэросани неоднократно использовались для исследования полярных территорий. Первые попытки наземного передвижения с помощью воздушного винта в полярных условиях были сделаны Дугласом Моусоном в антарктической экспедиции 1911—1914 гг. Моусон пытался использовать потерпевший аварию самолет для наземного передвижения по снегу. Для этого с самолета сняли крылья, а нижнюю часть шасси заменили длинными полозьями. Во время пробных поездок была достигнута скорость в 20 миль в час. Машина вмещала трех пассажиров и буксировала 4 нагруженных саней. Видимо в результате такой перегрузки двигатель выбыл из строя.

Аналогичная попытка использовать пропеллерную тягу для наземного передвижения в полярных условиях имела место и в России в 1915 г.¹² В 1910—1915 гг. в ледовых морях Арктики под руководством Б. А. Вилькицкого работала гидрографическая экспедиция на ледокольных пароходах «Таймыр» и «Вайгач». После неудачной попытки использовать в бухте Эмма гидросамолет летчик Александров снял с самолета винтомоторную установку и смонтировал ее на обычных санях. Грузовые сани с прицепом развивали по ровному плотному снегу скорость до 20 км/час.

Опыты Моусона и Александрова были попыткой использовать оборудование самолета для наземного передвижения путем кустарного сооружения саней в полевых условиях. Естественно, что эти опыты не были достаточно удачными.

Аэросани заводского изготовления в полярных условиях были впервые применены Альфредом Вегенером, который в своей последней экспедиции в Гренландию в 1930/31 г. использовал 2 аэросани, построенных по его заказу финским государственным авиационным заводом¹³.

Аэросани имели авиационный мотор «Сименс» мощностью 112 л. с. с воздушным охлаждением. Закрытый деревянный кузов обтекаемой формы опирался на четыре лыжи, изготовленные из американского орешника. Как передняя, так и задняя пара лыж были смонтированы на общих осях таким образом, что левые и правые лыжи не имели возможности независимого вертикального перемещения. Амортизация передних и задних лыж осуществлялась посредством резиновых шнуров, на которые подвешивались к кузову оси лыж. Управление санями (рулевое) производилось поворотом передней пары лыж. Полезная грузоподъемность аэросаней составляла 600—700 кг.

Несмотря на то, что аэросани строились специально для работы в условиях Антарктики, конструкция их имела ряд существенных недостатков, которые в значительной степени снижали эффективность работы аэросаней на ледниковом щите. Подвеска лыж была мало пригодна в арктических условиях, оси лыж — слабы, амортизация лыж — малонадежна и жестка,

¹¹ Аэросани были впервые построены в России в 1907/1908 гг.

¹² Л. М. Старокадомский. Пять плаваний в Северном Ледовитом океане. М., 1953.

¹³ Последняя экспедиция Альфреда Вегенера в Гренландию в 1930—1931 гг. (По воспоминаниям участников и дневникам Вегенера). Л., 1935.

тормоза на саних отсутствовали, моторы оказались недостаточно надежными.

Работа аэросаней в Гренландии представляет интерес как первый по существу опыт использования этого вида транспорта в труднейших дорожных и климатических условиях.

До наступления зимы 1930/31 г. аэросани работали лишь в течение нескольких дней из-за отсутствия опыта использования подобного вида транспорта и ряда технических неполадок: лыжи примерзали, что затрудняло трогание аэросаней после стоянки, плохо запускались моторы, заедало поршни в цилиндрах, имели место неполадки с подвеской лыж.

Из-за недостаточной мощности двигателей в тяжелых условиях пути сани приходилось загружать не более 500 кг (при грузоподъемности 600—700 кг).

В 1931 г. аэросани работали уже более успешно и сыграли большую роль в работе экспедиции.

Низкое удельное давление лыж на поверхность снега давало возможность преодолевать на аэросанях такое препятствие, как «снежное болото» («бездонный» снежный массив). Аэросани пролетали зону «болота» на полном газу. Более тяжелые машины, как например, гусеничные автомобили не в состоянии преодолеть такое препятствие. Аэросани преодолевали также трещины во льду, достигавшие 1 м ширины. За один день сани совершали рейсы протяженностью до 400 км при средней скорости 40 км/час. Аэросани перевозили грузы и людей к берегу до последних дней пребывания экспедиции на ледниковом щите, т. е. до октября 1931 г.

В период 1920—1930 гг. аэросанная техника в СССР получила значительное развитие. Над созданием аэросаней работали виднейшие советские конструкторы и ученые: Н. Р. Брилинг, А. Н. Туполев, А. А. Архангельский, Б. С. Стечкин, М. К. Кристи, А. А. Микунин, Д. К. Карельских, А. С. Кузин и др.

Были разработаны и построены десятки разнообразных конструкций аэросаней и проведен ряд испытаний. В результате многочисленных исследовательских, проектных и экспериментальных работ конструкция аэросаней существенно улучшилась. Была разработана наиболее рациональная компоновка винто-моторной группы с расположением двигателя сзади, вверху, с установкой воздушного винта непосредственно на коленчатом валу двигателя; созданы более легкие и прочные конструкции несущих кузовов с закрытой кабиной для пассажиров; существенно улучшена подвеска лыж к корпусу. Применение усовершенствованной амортизации и независимой подвески задних лыж улучшили приспособляемость лыж к неровностям пути и позволили повысить скорость и удобства передвижения аэросаней по пересеченной местности. Впервые были созданы цельнометаллические конструкции аэросаней с использованием легких сплавов.

Снижение собственного веса аэросаней дало возможность увеличить их полезную нагрузку и повысить коэффициент использования мертвого веса до 0,8. Уменьшение удельного веса конструкции машин и повышение удельной тяги воздушного винта позволило улучшить тяговые свойства аэросаней. С другой стороны, усовершенствование конструктивных форм лыж, применение более рациональных материалов для подошвы лыжи и улучшение распределения нагрузки на лыжу уменьшили сопротивление снежного покрова движению лыж. Это позволило довести максимальную скорость движения аэросаней по снежной целине до 100 км/час. Была также значительно повышена прочность и выносливость аэросанных конструкций; что особенно важно в условиях бездорожья. Протяженность испытательных аэросанных пробегов достигла к 1929 г. 4000 км.

В итоге большой работы, проведенной в Советском Союзе, были созданы конструкции аэросаней, пригодные для нужд народного хозяйства.

В период 1932—1935 гг. аэросани успешно использовались в СССР в ряде арктических экспедиций.

Советские исследователи впервые применили аэросани в Арктике в 1932/33 гг. на станции Арктического института «Ледниковый щит Новой Земли»¹⁴. Здесь работали цельнометаллические кольчугалюминиевые аэросани серийного производства ЦАГИ АНТ-IV конструкции А. Н. Туполева. Аэросани АНТ-IV (рис. 5) имели кузов с закрытой четырехместной кабиной для пассажиров, авиационный мотор фирмы Люцифер с воздушным охлаждением

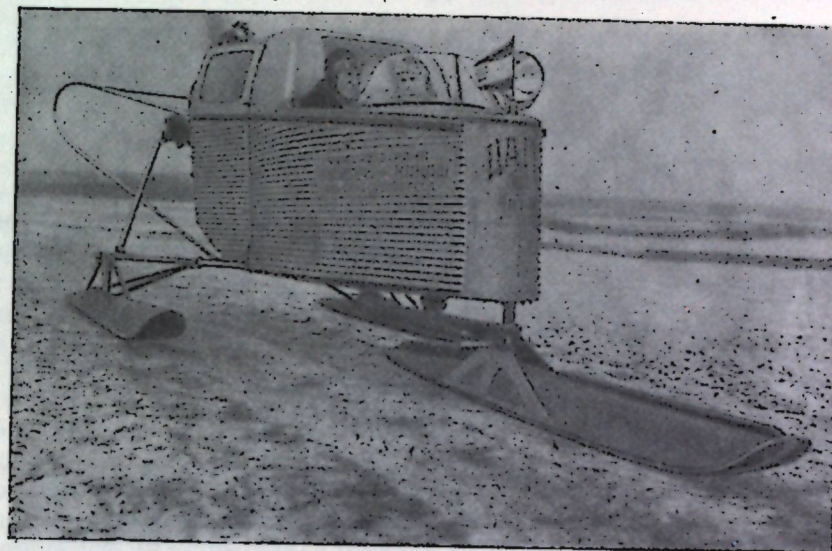


Рис. 5. Аэросани ЦАГИ АНТ-IV

мощностью 100 л. с., воздушный винт — толкающий двухлопастной, деревянный с максимальной тягой 340 кг. Кузов аэросаней устанавливался на трех клепаных кольчугалюминиевых сигарообразных лыжах, из которых передняя управлялась посредством рулевого механизма автомобильного типа. Задние лыжи имели независимую на качающихся полуосях подвеску и амортизацию посредством поперечной полуэллиптической рессоры, амортизация передней лыжи осуществлялась посредством спиральной пружины. На задних лыжах имелся штыревые тормоза. Вес аэросаней без груза составлял 600 кг, полезная нагрузка 320 кг. Максимальная скорость аэросаней с нагрузкой — 100 км/час.

В том же 1932/33 г. аэросани ЦАГИ АНТ-IV с отечественным авиационным мотором М-11 работали на станции Бухта Тикси¹⁵. За период с конца октября по ноябрь 1932 г. и с конца февраля до июня 1933 г. аэросани совершили 30 поездок в районах губы Борхая и в устье Лены, сделав 3400 км при нагрузке от 400 до 1000 кг.

В 1933 г. в арктическом походе ледокола «Красин» на Новую Землю были использованы аэросани ОСГА-2 (рис. 6) конструкции А. А. Бескурникова. Они имели авиационный двигатель М-26 мощностью 300 л. с. Закрытый деревянный кузов был рассчитан на 12 пассажирских мест или одну тонну

¹⁴ С. В. Обручев. Аэросани на Чукотке. «Советская Арктика», 1936, № 6.

¹⁵ Там же.

груза. Корпус аэросаней опирался на три деревянные сигарообразные лыжи со стальными подошвами. Амортизация передней лыжи осуществлялась посредством спиральной пружины, а задних лыж — рессорами, смонтированными на самих лыжах. Управление санями производилось поворотом передней лыжи, рулевой механизм — автомобильного типа. Вес снаряженных аэросаней составлял 1540 кг. При испытании с полезной нагрузкой в 960 кг аэросани показали скорость 92 км/час (без нагрузки — более 100 км/час). В условиях трудного пути с торосами до 0,5 м высотой и при полезной нагрузке около тонны аэросани ОСГА-2 передвигались со средней скоростью до 25 км/час. Они сыграли важную роль в сокращении сроков разгрузки ледокола и быстрой доставке пассажиров и грузов на арктические станции.

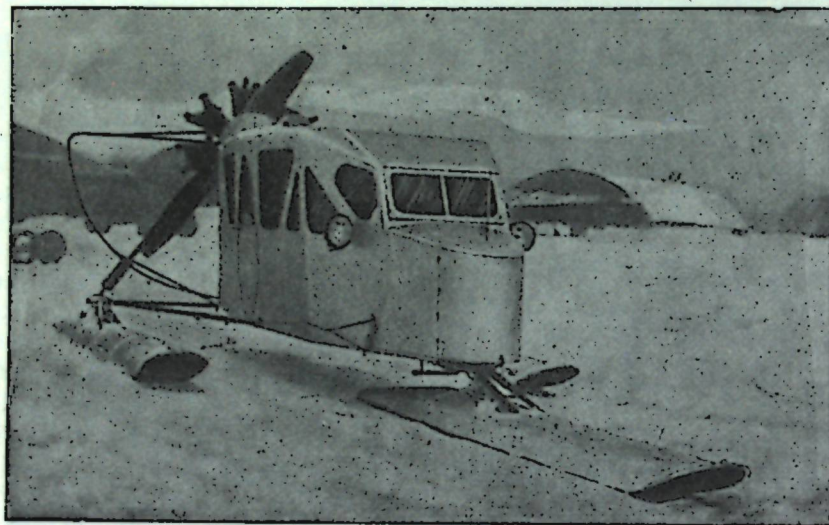


Рис. 6. Аэросани ОСГА-2

В 1934 г. аэросани АНТ-IV и ОСГА-6 применялись в арктической экспедиции парохода «Смоленск» по спасению челюскинцев.

Аэросани ОСГА-6, в отличие от цельнометаллических аэросаней ЦАГИ АНТ-IV, имели деревянную конструкцию кузова и лыж. Закрытый шестиместный кузов обтекаемой формы опирался на три деревянные обтекаемые лыжи со стальными подошвами, из которых передняя — управляемая. Амортизация всех трех лыж выполнена посредством спиральных пружин, подвеска задних лыж — независимая, система рулевого управления — тросовая, тормозы — штыревые, на задних лыжах. Силовая установка, как и в аэросанях АНТ-IV, состояла из авиационного мотора М-11 и толкающего двухлопастного воздушного винта. Собственный вес аэросаней 750 кг, грузоподъемность — 600 кг, максимальная скорость — 78 км/час.

В 1934/35 г. в экспедиции Арктического института по исследованию района Чукотки, примыкающего к Чаунской губе, основным средством передвижения были аэросани ЦАГИ АНТ-IV с мотором М-11¹⁶. Аэросани работали в течение всей зимы в самых разнообразных условиях: они проходили в горах и по равнине, по торосам Чаунской губы, по крепкому и рыхлому снегу прибрежных и предгорных долин, по застругам горных ущелий,

¹⁶ С. В. Обручев. Аэросани на Чукотке. «Советская Арктика», 1936, № 6; С. В. Обручев. Применение аэросаней в арктических исследованиях. «Бюллетень арктического института», 1936, № 6.

по сыпучим снегам между зарослями кустарников, по льду и воде горных наледей, по морскому льду на горных хребтах (1500—1800 м над ур. моря). Большая скорость и высокая проходимость саней позволяли обследовать места совершенно недостижимые при езде на оленях или собаках. Двое аэросаней, работавших в экспедиции, прошли 7385 км трудного пути.

Средняя скорость аэросаней в темные зимние месяцы была 22—28 км/час, а в весенние 35—40 км/час. Нагрузка составляла от 700 до 1000 кг, расход горючего 0,56—0,57 кг/км. Аэросани сыграли исключительно важную роль в работе этой экспедиции.

Аэросани применялись также экспедицией по исследованию Чукотско-Ванкаремского района в 1936 г. и другими исследовательскими и картографическими экспедициями.

Опыт эксплуатации аэросаней в разных частях побережья Северного Ледовитого океана — на Новой Земле, в Бухте Тикси, на Чукотке показал возможность использования их на Дальнем Севере и большое значение аэросаней для проведения исследовательских работ. С. В. Обручев писал: «При надлежащей подготовке аэросани можно применять с большим успехом во всех частях Арктики как для связи, так и для исследовательских работ»¹⁷.

Небезынтересно отметить имевшие место в СССР попытки создания для полярных условий универсальных машин с пропеллерной тягой, пригодных для передвижения по воде и ледяному пути¹⁸. Первый вариант «Полярных водяных саней» был разработан Л. В. Курчевским в 1928 г. Эти сани испытывались в Белом море. В 1936 г. по заданию Полярного управления Главсевморпути была построена вторая модель саней С-2. Корпус саней представлял собой лодку с плоским днищем, на котором имелись два небольших полоза; третьим полозом при движении по льду служил киль, выполненный из дуба и обшитый сталью. Сани приводились в движение посредством авиационного мотора М-11 (100 л. с.) с толкающим воздушным винтом (при нагрузке в 5 человек) и были рассчитаны на движение по воде со скоростью до 40 км/час, а по льду до 70 км/час. Такие машины предполагалось иметь на борту ледоколов и рейсовых пароходов в качестве спасательных средств.

Для дальних арктических экспедиций были сконструированы более мощные «Полярные водяные сани» С-3 с мотором 800 л. с.

* * *

Наиболее важными требованиями, предъявляемыми к машинам, предназначенным для полярных территорий, являются надежность и проходимость в условиях снежного бездорожья.

Для экспедиционной работы в условиях бездорожья с весьма неровной и твердой поверхностью требуются специальные автомобили высокой проходимости. В наибольшей степени этим требованиям отвечают полногусеничные вездеходы.

Для районов с глубоким снежным покровом, особенно при движении по исследованным трассам, успешно могут применяться аэросани, обладающие высокой проходимостью по снегу и более высокой скоростью по сравнению с гусеничными вездеходами.

Полугусеничные автомобили не являются перспективными, так как в условиях сильно пересеченной местности они уступают по проходимости полногусеничным вездеходам и вместе с тем не обладают достаточно высокой проходимостью по глубокому и рыхлому снежному покрову.

¹⁷ С. В. Обручев. Применение аэросаней в арктических исследованиях. «Бюллетень арктического института», 1936, № 6.

¹⁸ «Полярные водяные сани С-2». «Советская Арктика», 1937, № 2; «Экспедиционные водяные сани». «Советская Арктика», 1937, № 3.

Б. П. СУХОВ

К ИСТОРИИ ЭЛЕКТРОИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ МАГНИТОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ

В 80-х годах прошлого столетия в передовых капиталистических странах началось широкое развитие промышленной электротехники, интенсивная электрификация различных отраслей промышленности и транспорта.

Производители и потребители электроэнергии — электростанции, электрофицированные промышленные предприятия, городские и магистральные электрические железные дороги и т. д. — предъявляли все большие требования к количеству и качеству выпускавшегося электрооборудования. Объем исследовательских работ в области электротехники, по сравнению с предыдущим периодом, также неизмеримо возрос. Лаборатории и научно-исследовательские учреждения требовали новых, более точных и чувствительных приборов. Вследствие этого 80-е годы прошлого столетия явились поворотным моментом в развитии электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы. С этого времени начинается вытеснение приборов с подвижным магнитом приборами с подвижной рамкой.

В литературе по электроприборостроению установилось мнение, что первые приборы с подвижными рамками были созданы французами М. Дебре и Ж.-А. Д'Арсонвалем. Однако для получения полной картины развития приборов этой группы следует коротко остановиться и на других, менее известных работах в области конструирования магнитоэлектрических приборов с подвижными рамками.

Изобретатель электромагнита англичанин В. Старджен (W. Sturgeon) предложил в 1824 г., по-видимому первый по времени, прототип гальванометра с подвижной катушкой¹. В нем еще не было собственно катушки: подвижная часть прибора выполнялась в виде петли из платиновой и серебряной проволоки, подвешиваемой на нити в поле стержневого постоянного магнита. При нагревании одного из термоспаяв петля отклонялась, так как термоток в ней взаимодействовал с полем постоянного магнита. Угол поворота отсчитывался по круговой шкале, расположенной под подвижной частью. Этот прибор Старджен назвал электродинамоскопом и использовал его для демонстрации явления термоэлектричества.

Подвижная рамка, подобная рамкам современных магнитоэлектрических приборов, была, вероятно, впервые применена в 1840 г. английским механиком А. Бэном². Рамка имела отношение ширины к высоте, равное, прибли-

зительно, 3:1, и устанавливалась на кернах в поле постоянного магнита; ток к ней подводился через спиральные пружинки. Эту конструкцию Бэн использовал в электрических часах и телеграфных аппаратах.

В 1856 г. англичанин К. Варлей сконструировал для использования в телеграфии стрелочный гальванометр, обладавший всеми элементами современных магнитоэлектрических приборов с подвижными рамками³. В первом варианте прибор Варлея имел прямоугольную рамку в поле подковообразного магнита с полюсными наконечниками и цилиндрическим сердечником из мягкого железа. Цилиндрический сердечник и полюсные наконечники образовывали воздушный зазор, форма которого совпадала с формой рамки. В другой модификации прибор имел две кольцеобразные рамки, лежащие в одной плоскости, и тороидный сердечник. Подвижные части обоих приборов крепились на кернах, противодействующий момент создавался спиральными пружинками, которые одновременно служили и для подвода тока. В патенте Варлея указывалось на то, что при выборе материала для обмотки рамки следует отдавать предпочтение алюминиевой проволоке, так как она при равном весе обладает много лучшей проводимостью, чем серебряная или медная проволока. При этом Варлей признавал, что приоритет использования подвижной катушки в телеграфии принадлежит Бэну.

Подобную же систему применил В. Томсон (лорд Кельвин) в своем сифон-рекордере в 1867 г. Прибор предназначался для приема и записи телеграфных сигналов, передававшихся по трансатлантическому кабелю, и должен был приводиться в действие током менее 1 ма. Для обеспечения необходимой чувствительности прибора Томсон использовал легкую рамку, помещенную в поле мощного постоянного магнита или электромагнита на бифилярном подвесе, отказавшись от крепления рамки на кернах. По свидетельству самого изобретателя, он «получил хорошие результаты с медной проволокой, весившей около 1/4 грана на фут⁴, и обмоткой, содержащей около 20 витков»⁵.

Таким образом, основные элементы магнитоэлектрических приборов с подвижными рамками — сами рамки, керна, полюсные наконечники, бифилярный подвес, спиральные пружины и т. д. — были применены в различных приборах Стардженом, Бэном, Варлеем и Томсоном задолго до появления приборов Дебре и Д'Арсонваля. Но это ни в какой мере не умаляет заслуг последних. Следует помнить, что вплоть до 80-х годов прошлого столетия находили применение исключительно гальванометры с подвижными магнитами, которые в то время вполне удовлетворяли запросы науки и практики. Но с развитием промышленной электротехники картина резко изменилась. Возникла необходимость в щитовых и переносных стрелочных приборах, всегда готовых к действию, и приборах, показания которых не зависели бы от внешних магнитных полей и возмущений. Гальванометры с подвижным магнитом на подвесе не удовлетворяли ни первому, ни второму требованиям. Они нуждались в предварительной установке и подготовке к работе и поэтому не могли быть использованы в качестве щитовых или переносных приборов. Кроме того, они были весьма чувствительны к внешним магнитным полям, а вопрос защиты от внешних полей с 80-х годов стал актуальным, так как появилось много источников переменных магнитных полей. Отсюда видно, насколько своевременными были работы Дебре и Д'Арсонваля.

В 1880 г. Дебре сделал попытку устранить основные недостатки, свойственные гальванометрам с подвижными магнитами, использовав с этой целью обычную магнитную стрелку, помещенную в катушку с измеряемым током (по образцу мультипликатора немецких ученых И. Швейггера и

¹ R. S. Whipple. «Journal of Scientific Instruments», 1934, vol. XI, p. 39; R. W. Paul. «Journal of Scientific Instruments», 1931, vol. VIII, p. 341.

² M. L a v e t. «Revue générale de l'électricité», 1951, t. 60, p. 179; Th. du Moncel. Exposé des applications de l'électricité, t. 2. Paris, 1873, p. 136; H. B o u a s s e. Cours de magnétisme et d'électricité, 1 part., Paris, 1920, p. 223.

³ Английский патент № 3059, 1856 г.

⁴ Приблизительно $5 \cdot 10^{-4}$ г/см

⁵ Английский патент № 2147, 1867 г., стр. 6.

И. Поггендорфа)⁶. Для защиты прибора от внешних магнитных полей вся эта система была помещена в междуполосном пространстве подковообразного магнита. Позднее Дебре заменил стрелку гребенчатой пластинкой из мягкого железа, установленной на ножевых опорах, назвав новый прибор гальванометром с «рыбьей костью» (*arête de poisson*), так как подвижная часть прибора очень напоминала скелет рыбы (рис. 1). Наличие мощного постоянного магнита создавало большой противодействующий момент, вследствие чего время отклонения подвижной части прибора было минимальным: она смещалась в конечное положение и возвращалась в исходное положение почти мгновенно. Такая быстрота отклонения определила преимущество этого гальванометра перед длиннопериодными гальванометрами с подвижными магнитами, но величины отклонений были очень малы и непропорциональны силе тока.



Рис. 1. Схема подвижной части прибора М. Дебре.

В 1881 г. Д'Арсонваль и Дебре видоизменили прибор, введя подвижную катушку и заменив ранее применявшуюся подвижную часть («рыбью кость») полым цилиндрическим сердечником⁷. Прямоугольная горизонтальная

рамка прибора покоилась на ножевых опорах, обмотка состояла из 150 витков медной проволоки диаметром 0,1 мм. Для подвода изменяемого тока служили ртутные контакты. Подковообразный магнит весил около 700 г. Прибор имел вертикальную шкалу и помещался под стеклянным колпаком. Показания этого прибора не зависели от внешних магнитных полей, но его шкала была равномерной только в пределах 4—5°; при больших отклонениях постоянная прибора изменялась.

В 1884 г. для линии электропередачи Крейль—Париж Дебре сконструировал новый прибор, свободный от указанного недостатка⁸. Отказавшись от ножевых опор, он укрепил рамку на растяжках и снабдил прибор полюсными наконечниками из мягкого железа, создав равномерное радиальное магнитное поле, необходимое для получения равномерной шкалы. Постоянная этого прибора изменялась всего лишь в пределах 1%.

В то время как инженер-электрик Дебре занимался конструированием технических электроизмерительных приборов, Д'Арсонваль, по профессии физиолог, направил свои усилия на создание чувствительных зеркальных гальванометров, необходимых для целей электрофизиологии. В 1889 г. он построил прибор с подковообразным магнитом, расположенным вертикально и с бифилярным подвесом⁹. Однако прибор был очень чувствительным к внешним механическим сотрясениям и вибрациям, что затрудняло, а часто делало совсем невозможными измерения, так как световое пятно на шкале расплывалось. Кроме того, противодействующий момент его был чрезмерно велик. Для устранения указанных конструктивных недостатков Д'Арсонваль позднее применил крепление рамки на растяжках. Этим он увеличил чувствительность прибора и добился стабильности рамки при сотрясениях.

Этот прибор выпускался мастерскими Карпантье в двух вариантах: с зеркальным и стрелочным отсчетом. Зеркальный гальванометр обладал довольно высокими для того времени характеристиками: внутренним сопротивлением R_i 225 ом, внешним критическим сопротивлением R_{ek} 2380 ом, постоянной по току C , $8 \cdot 10^{-9} \frac{\text{а мм}}{\text{м}}$. Стрелочный гальванометр был унипо-

⁶ «Усовершенствования гальванометра Д'Арсонваля». «Электричество», 1894, № 15—16, стр. 210—212; A. N i a u d e t. «La Nature», 1880, № 362, p. 353.

⁷ M. D e b r e. «La lumière électrique», 1881, t. 4, p. 310.

⁸ M. D e b r e. О гальванометре, показания которого пропорциональны силе тока. «Электричество», 1884, № 24, стр. 197—201.

⁹ O. F r ö h l i c h. Die Entwicklung der elektrischen Messungen. Braunschweig, 1905, S. 32.

лярного типа с полюсными наконечниками кольцеобразной формы, чрезвычайно распространенными и в современных шпирошкальных приборах; его рамка имела только одну активную сторону, которая перемещалась в круговом воздушном зазоре; другая сторона рамки совпадала с осью вращения. В такой конструкции создавалось равномерное и радиально направленное магнитное поле, угол поворота подвижной части оказывался несколько большим 180°, и, следовательно, обеспечивалась длинная и равномерная шкала. Для растяжек в обоих приборах использовалась серебряная проволока диаметром 0,05 мм¹⁰.

Гальванометры Д'Арсонваля были чувствительны и точны, но могли использоваться только в лабораторных условиях. Между тем промышленность и транспорт испытывали потребность в технических (щитовых и переносных) приборах. Чтобы создать такие приборы, нужно было отказаться от подвесов и растяжек и принципиально по-новому решить задачу крепления подвижной части. Это сделал в 1888 г. американский инженер Э. Вестон, предложив прибор¹¹, в котором ось подвижной части была установлена на кернах, а для создания противодействующего момента и подвода тока к рамке служили две спиральные пружинки. Прибор имел 2-образный магнит и встроенный шунт на три предела измерения. Угол шкалы был: всего 90°. Вследствие установки подвижной части на кернах прибор мог работать в любом положении, т. е. быть щитовым или переносным, годным для установки на кораблях, автомобилях и т. д. Принципиальная схема его, с соответствующими конструктивными изменениями, сохранилась и в современных приборах.

Работами Дебре, Д'Арсонваля и Вестона в 80-х годах прошлого столетия было положено начало конструированию новой разновидности магнито-электрических приборов — приборов с подвижными рамками, обладающих рядом неоспоримых преимуществ по сравнению с приборами с подвижными магнитами. Но будет неверным полагать, что гальванометры с подвижными магнитами сразу же уступили место гальванометрам с подвижными рамками. Чувствительность последних по току еще долгое время оставалась относительно небольшой и только к концу 20-х годов текущего столетия гальванометры с подвижными магнитами лишились и этого преимущества.

Важнейшее требование, предъявляемое к конструкциям гальванометров, — достижение наивысшей чувствительности. В первых магнитоэлектрических гальванометрах придавали большое значение только высокой чувствительности к току. Позднее, когда значительно расширилось применение их в схемах уравновешивания и для термоэлектрических измерений, стали добиваться высокой чувствительности и к напряжению. Кроме того, начали обращать внимание на обеспечение минимально возможного периода колебаний их подвижных частей и, следовательно, на сокращение времени успокоения. Уже к началу 90-х годов был накоплен некоторый опыт конструирования магнитоэлектрических гальванометров. Было установлено, что чувствительность приборов зависит от многих факторов и определяется электрическими и механическими параметрами прибора, сопротивлением внешней цепи и т. д. Стало ясно также, что характеристики приборов находятся в относительно сложной зависимости от этих параметров и что раскрытие этой зависимости невозможно без разработки теории магнитоэлектрических гальванометров. Созданием такой теории мы во многом обязаны английским инженерам В. Айртону и Т. Мазеру.

В 1890 г. Айртон, Мазер и Сампнер представили Лондонскому физическому обществу (The Physical Society of London) доклад, в котором излагали,

¹⁰ E. M e y l a n. «La lumière électrique», 1889, t. 32, p. 269.

¹¹ Patent США № 392386, 1888 г.

результаты исследования большого числа гальванометров различных типов¹². Прежде всего авторы столкнулись с проблемой оценки качества различных гальванометров. За основной критерий качества гальванометра (figure of merit) приняли так называемую нормальную чувствительность, т. е. чувствительность, приведенную к стандартным параметрам: определенному расстоянию от прибора до шкалы d , критическому сопротивлению R_k и периоду колебаний T . Само понятие чувствительности было определено как отклонение в делениях шкалы, вызванное одним микроампером (или микрокулоном — для баллистического гальванометра). Значениями стандартных параметров были выбраны $d=2000$ делений шкалы, $R_k=1$ ом и $T=10$ сек. Эти значения были наиболее близки к параметрам большинства гальванометров того времени¹³. В 1898 г. в связи с тем, что деления шкал гальванометров стали наноситься в миллиметрах, Айртон и Мазер приняли $d=1000$ делений шкалы.

По этому поводу они писали: «Наши соображения для выбора расстояния шкалы равного 2000 делений шкалы и периода колебаний, равного 10 сек. в качестве стандартных параметров заключались в том, что эти параметры представляли собой значения более близкие, чем любые другие округленные цифры, к параметрам, широко использовавшимся в чувствительных гальванометрах. Например, шкалы с делениями в полмиллиметра и с метровым расстоянием от прибора встречались чаще. . . Однако в 1890 г. шкалы с миллиметровыми делениями стали использоваться значительно шире, и теперь они могут считаться стандартным типом. . .»¹⁴.

Придя к выводу, что чувствительность гальванометров зависит от многих факторов, авторы доклада выделили из них три главных фактора: 1) устройство и обмотка рамки, 2) конструкция магнитной системы, 3) метод оптического увеличения отклонения светового пятна¹⁵. При этом они указывали, что для увеличения чувствительности прибора рамка его должна быть узкой и длинной, без железного сердечника, полюса магнита должны быть близко расположены друг к другу с минимальным воздушным зазором, а постоянный магнит должен быть заменен электромагнитом. В качестве подвеса подвижной части авторы, руководствуясь соображениями обеспечения лучшего охлаждения (когда подвес используется для подвода тока) и получения большего угла закручивания при равном вращающем моменте, рекомендовали ленточку из фосфористой бронзы взамен серебряной проволоки. Исследуя вопрос о пропорциональности отклонения току, они указывали на необходимость тщательного центрирования сердечников относительно полюсных наконечников и совмещения центра тяжести рамки с осью вращения.

Основываясь на теоретических выводах, Айртон и Мазер сконструировали гальванометр с узкой и длинной рамкой в воздушном зазоре горизонтального магнита (без сердечника)¹⁶. Гальванометры такой конструкции выпускались в 1891 г. фирмой Квин (с постоянной по току $C_s=0,5 \cdot 10^{-8} \frac{\text{а/мм}}{\text{м}}$) и в 1894 г. — фирмой Пауль в Англии. Эти гальванометры имели сменные

¹² W. E. Ayrton, T. Mather, W. E. Sumner. «Proceedings of the Physical Society of London», 1890, vol. 10, p. 393; «The Philosophical Magazine», 1890, vol. 30, p. 58—95.

¹³ W. E. Ayrton and T. Mather. «The Philosophical Magazine», 1898, vol. 46, p. 349—350.

¹⁴ Там же, стр. 350.

¹⁵ W. E. Ayrton, T. Mather, W. E. Sumner. Galvanometers. «The Philosophical Magazine», 1890, vol. 30, p. 83.

¹⁶ «Усовершенствования гальванометра Д'Арсонваля». «Электричество», 1894, № 15—16, стр. 210—212; «Neues Galvanometer von Ayrton und Mather». «Elektrotechnische Zeitschrift», 1894, H. 51. S. 703.

вставки с различными подвижными системами. Меняя вставки, можно было изменить параметры гальванометра.

Горизонтальное положение магнита, впервые предложенное Айртоном и Мазером, в настоящее время имеет большее распространение, чем вертикальное, хотя в 1896 г. фирма Сименс и Гальске выпустила гальванометры с вертикальными магнитами¹⁷, конструкция которых была настолько удачна, что некоторые из них до сих пор успешно работают в лабораториях. Эти гальванометры изготовлялись в двух модификациях с внутренним сопротивлением $R_g=100$ и 1000 ом и с постоянной по току $C_s=0,24 \cdot 10^{-8}$ и $0,85 \cdot 10^{-8} \frac{\text{а/мм}}{\text{м}}$ и имели сменные вставки.

Дальнейшее развитие теория гальванометров получила в работах немецкого физика В. Егера и американского физика В. Уайта.

В 1903 г. Егер на основе проведенного исследования движения подвижной части гальванометра пришел к выводу, что наиболее благоприятен для работы режим критического успокоения, т. к. при этом достигается минимальное время успокоения, а установка подвижной части в конечное положение происходит почти без колебаний¹⁸. Тогда же Егер рассмотрел влияние успокоения, внешнего сопротивления и противодействующего момента на чувствительность прибора и проанализировал свойства гальванометров с подвижными рамками и с подвижными магнитами¹⁹; при больших периодах колебаний гальванометры с подвижными магнитами в то время превосходили по чувствительности гальванометры с подвижными рамками, но для того, чтобы использовать это преимущество, необходима была тщательная защита их подвижной системы от внешних магнитных полей. В 1904 г. Уайт выполнил работу, касавшуюся повышения чувствительности гальванометров, проблемы устойчивости нуля, установки приборов и т. д.²⁰

В результате стало ясно, что повышение чувствительности к току в гальванометрах с подвижными рамками может быть осуществлено либо увеличением напряженности магнитного поля, либо увеличением площади рамки и числа витков, либо, наконец, уменьшением противодействующего момента.

Увеличение напряженности магнитного поля увеличивает электромагнитное успокоение. Чтобы гальванометр при этом не был переуспокоенным, приходится увеличивать внешнее сопротивление, что не всегда возможно. Айртон и Мазер предлагали для максимального увеличения напряженности поля H устанавливать в приборах вместо постоянного магнита электромагнит. В этом случае можно без особого труда получить величины H в пределах до 30 000 эрстед. Однако, по соображениям успокоения прибора, напряженность поля никогда не назначается больше 3000 эрстед. Кроме того, при высоких значениях H становится очень ощутимым влияние примесей железа в проволоке обмотки и в ее изоляции.

В 1913 г. немецкий ученый Г. Романи разработал два метода измерения, в которых совместил мощное магнитное поле и малое электромагнитное торможение²¹. Первый из них заключался в следующем. При низкой напряженности магнитного поля H_0 гальванометр имеет отклонение подвижной части α_0 и работает в режиме критического успокоения. Затем на некоторый момент напряженность поля повышают до величины $H > H_0$ и снова уменьшают до

¹⁷ «Новый зеркальный гальванометр Сименс и Гальске с неподвижной магнитной системой и подвижным мультипликатором». «Электричество», 1897, № 22, стр. 307—308.

¹⁸ W. Jaeger. Das Drehspulengalvanometer nach Deprez—D'Arsonval im aperiodischen Grenzfall. «Zeitschrift für Instrumentenkunde», 1903, H. 9, S. 261.

¹⁹ W. Jaeger. Die Empfindlichkeit des Drehspulengalvanometers im aperiodischen Grenzfall. «Zeitschrift für Instrumentenkunde», 1903, H. 12, S. 353.

²⁰ W. P. White. Sensitive moving coil Galvanometers. «The Physical Review», 1904, vol. XIX, p. 305.

²¹ H. Rohmann. «Physikalische Zeitschrift», 1913, № 5, S. 203—204.

первоначального значения H_0 . При этом в цепи гальванометра индуцируется ток, который, взаимодействуя с полем, стремится по мере возрастания последнего вернуть рамку к нулю, а при падении напряженности поля отбросить ее от нуля. Второй отброс больше первого и результирующее отклонение α находится из следующего соотношения:

$$\frac{\alpha}{\alpha_0} = \frac{1}{2} \cdot \frac{H}{H_0}.$$

Второй метод несколько проще. При нем с самого начала устанавливается напряженность поля $H > H_0$, и когда рамка начинает «ползти» к конечному положению, то H резко уменьшают до H_0 . Тогда рамка получает баллистический отброс α . Результирующее отклонение определяется по тому же соотношению, что и в первом случае.

Пользуясь методами Романа, можно получить высокую чувствительность при измерениях в цепях с малым сопротивлением. Однако вследствие сложности эти методы не получили сколько-нибудь значительного распространения.

Увеличение площади рамки и числа витков ведет к увеличению момента инерции подвижной части, а следовательно, и периода колебаний. Отсюда тенденция к узким и длинным рамкам; например, в гальванометре немецкого физика Г. Диссельхорста (1911 г.) рамка имела размеры 45×8 мм, в гальванометре голландского ученого М. Молля (1923 г.) — $40 \times 4,5$ мм. И, наконец, увеличение чувствительности уменьшением противодействующего момента также имеет определенные пределы, ибо с уменьшением противодействующего момента увеличивается период колебаний T и уменьшается устойчивость нуля. В начале нашего века противодействующий момент гальванометров достигал 0,6 дн-см. Диссельхорст в своей конструкции (1911 г.) достиг 0,18 дн-см, и уже к концу 20-х годов эта цифра дошла до 0,001 дн-см. Это достигалось путем соответствующего изменения параметров подвеса и растяжек.

Сопоставляя данные гальванометров, сконструированных в разное время, можно увидеть, что численные значения момента инерции рамки, противодействующего момента и периода колебаний непрерывно уменьшались. Напряженность поля и критическое сопротивление также уменьшались, поскольку это было необходимо для достижения высокой чувствительности к напряжению.

С уменьшением массы и момента инерции подвижной системы все больше стали сказываться внешние вибрации, обуславливавшие неустойчивость положения светового пятна и очень затруднявшие работу. Чтобы сделать рамку гальванометра нечувствительной к внешним вибрациям, Молль в 1923 г. заменил подвес растяжками, а для получения минимального момента инерции отказался от каркаса²². Рамка состояла только из витков проволоки, скрепленных для жесткости шеллаком. Зеркало крепилось непосредственно на рамке. Размеры рамки были приняты равными 40×5 мм, проволока имела диаметр 0,07 мм, число витков равнялось 50, внешнее критическое сопротивление $R_{\text{кк}} = 55$ ом, период колебаний подвижной части $T = 1,3$ сек, постоянная по току $C_i = 8 \cdot 10^{-11} \frac{\text{а/мм}}{\text{м}}$. При выборе материала для растяжек Молль отдал предпочтение проволоке, полагая, что она обеспечит большую независимость системы от внешних вибраций по сравнению с лентой. Растяжки использовали и в качестве проводников тока, поэтому для изготовления их была применена кремнистая бронза, имеющая при прочих равных качествах меньшее удельное сопротивление.

²² W. J. H. Moll. «The Proceedings of the Physical Society of London», 1923, vol. 35, p. 253.

В 1925 г. Молль и его соотечественник Г. Бургер предложили конструкцию еще более чувствительного гальванометра. Этот гальванометр, выпущенный фирмой Kipp & Zonen в Дельфте (Голландия), имел следующие параметры: внутреннее сопротивление $R_g = 25$ ом, внешнее критическое сопротивление $R_{\text{кк}} = 60$ ом, период колебаний подвижной части $T = 1,6$ сек. и постоянная по току $C_i = 3,9 \cdot 10^{-11} \frac{\text{а/мм}}{\text{м}}$ ²³.

Чтобы еще увеличить чувствительность гальванометров, они применили термореле и вторичный гальванометр. Свет, отражаясь от зеркала первичного гальванометра, падал на дифференциальную константово-магнитную термоду, помещенную в вакуум и включенную в цепь рамки вторичного гальванометра. При перемещении светового пятна по термодуе рамка вторичного гальванометра отклонялась под действием термо-токов. Отклонения вторичного гальванометра были пропорциональны отклонениям первичного гальванометра, а чувствительность на выходе в 100 раз превышала чувствительность первичного гальванометра²⁴.

Экспериментируя с этой установкой, авторы обнаружили, что световой указатель подвижной системы вторичного гальванометра непрерывно вибрировал, причем величина вибрации росла с повышением чувствительности установки. Меры, принимавшиеся для защиты установки от внешних воздействий, не дали желаемого результата. Причину непрерывных и непосредственно незаметных вибраций подвижной системы первичного гальванометра, усиленных при помощи термореле и наблюдаемых по показаниям вторичного гальванометра, экспериментаторы объясняли микросейсмическими колебаниями земной коры²⁵.

Таким образом, предел чувствительности магнитоэлектрических гальванометров определяется не их конструкцией, а физическими законами, и гальванометры уже в конце 20-х годов дошли до этого предела. Дальнейшее увеличение чувствительности стало достигаться с помощью всякого рода косвенных методов. Первый из них — метод Молля и Бургера, основанный на применении термореле, — не получил распространения вследствие при-сутствия термозащитных элементов тепловой инерции. Свободным от указанного недостатка и более эффективным явился метод, впервые предложенный в 1931 г. проф. Б. А. Остроумовым²⁶ и несколько позднее — англичанином А. Хиллом²⁷. Метод этот предусматривал использование фотоэлектрических устройств, принцип действия которых аналогичен действию термозащитных элементов и которые при наличии вторичного гальванометра обеспечивают увеличение отклонения первичного гальванометра в 500—1000 раз. В 1935 г. англичанин В. Ваттон предложил для увеличения чувствительности гальванометра принципиально новый метод, позволяющий искусственно увеличивать угол

²³ R. S. Whipple. «Journal of Scientific Instruments», 1934, vol. XI, p. 41.

²⁴ W. J. H. Moll, H. C. Burger. «The Philosophical Magazine», 1925, vol. 50, p. 624; «Zeitschrift für Physik», 1925, Bd. 34, S. 109.

²⁵ Там же, стр. 626. Это объяснение не было единственным. Так, в 1926 г. шведский физик Г. Изинг на основе изучения экспериментальных данных Молля и Бургера пришел к выводу, что результаты их эксперимента могли быть обусловлены влиянием на подвижную систему первичного гальванометра броуновского движения молекул воздуха (G. Ising. «The Philosophical Magazine», 1926, vol. 1, p. 827; «Annalen der Physik», 1932, Bd. 14, S. 755). Несколько иное объяснение этого эксперимента дал голландский ученый Ф. Церинке, по мнению которого вибрации указателя вторичного гальванометра могли вызываться флуктуациями тока в цепи первичного гальванометра (F. Zernike. «Zeitschrift für Physik», 1926, Bd. 40, S. 628).

²⁶ Б. А. Остроумов. Дифференциальный меднозакисный фотоэлемент. «Журнал технической физики», 1931, т. I, вып. 4, стр. 376.

²⁷ A. V. Hill. A photoelectric relay for galvanometer measurements. «Journal of Scientific Instruments», 1931, vol. VIII, p. 262; A. V. Hill. Galvanometer amplification by photo-cell. «Nature», 1934, vol. 133, p. 685.

отклонения первичного гальванометра при заданном токе и исключая необходимость применения вторичного гальванометра. Для этого Ваттон использовал гальванометр с положительной обратной связью через фотореле²⁸. В последующие годы устройства подобного рода получили значительное развитие. Во всех этих системах используется обратная связь между цепью рамки гальванометра и какой-то вторичной цепью, ток которой меняется в зависимости от отклонения. Наконец, в последнее время предложен метод увеличения чувствительности гальванометра, основанный на предварительном усилении измеряемого тока при помощи электронных систем.

Параллельно с высокочувствительными лабораторными приборами шло развитие и технических приборов магнитоэлектрической системы, начало конструирования которых было положено приборами Вестона. Усовершенствования, последовательно вносимые в технические приборы, были направлены на повышение точности показаний, получение широкоугольной шкалы, уменьшение габаритов и веса, обеспечение сопротивляемости вибрациям, износоустойчивости пары керн-подпятник, применение преобразователей для измерения переменных токов (особенно при повышенных и высоких частотах) и т. д. Наиболее значительные изменения претерпела магнитная система приборов. Введение новых магнитных материалов, увеличение их коэрцитивной силы привело к полному преобразованию первоначальной классической конструкции магнитоэлектрических приборов с U-образным и 2-образным магнитами.

До 1920 г. были известны только вольфрамовая и кобальтовая магнитные стали с коэрцитивной силой $H_c = 40-60$ э. В 20-х годах в практику вошли кобальтовые стали с содержанием кобальта до 35% и с коэрцитивной силой $H_c = 100-250$ э. Тогда же начали использоваться железо-никеле-алюминиевые сплавы с коэрцитивной силой до 900 эрстед, известные под названием эрстит, коэрцит, альнико и т. д.²⁹. Благодаря применению новых сплавов удалось повысить индукцию в воздушном зазоре магнитной системы, а также уменьшить длину и объем самого постоянного магнита, что в свою очередь позволило уменьшить вес и габариты приборов.

Изменение магнитной системы, габаритных размеров и веса приборов в связи с совершенствованием магнитных материалов наглядно иллюстрируется данными таблицы и рис. 2 (приборы, показанные на рисунке, обладают магнитами с различной коэрцитивной силой, но с равными размерами воздушного зазора и величинами индукции в зазоре).

Таблица

Порядковый номер прибора на рис. 2	I	II	III	IV	V	VI
Материал магнитов	Вольфрамовая сталь	Кобальтовая сталь	Железо-никеле-алюминиевые сплавы			
Коэрцитивная сила материалов H_c в эрстедах	70	200	450	750	800	850
Относительный вес магнитов * P	100	73	30	13	16	10

* За 100 принят вес магнита из вольфрамовой стали.

²⁸ W. L. Watton. Amplification of a galvanometer deflection by retroaction with a photocell. «Journal of Scientific Instruments», 1935, vol. XII, p. 115; К. В. Карапеев. Способы увеличения чувствительности зеркальных гальванометров. «Научные записки Львовского политехнического института», 1949, вып. IX, № 5, стр. 13—14.

²⁹ E. Blamberg. «Zeitschrift VDI», 1950, Bd. 92, S. 41.

С увеличением H_c уменьшался объем магнитов и отношение их длины к ширине, т. е. магниты становились меньше, короче и шире.

Наиболее совершенной конструкцией приборов с подвижными рамками явились приборы с внутрирамочными магнитами, создание которых следует расценивать как крупное достижение современного электроприборостроения.

Еще в 1931 г. немецкие инженеры П. Виссер и Л. Мерц пытались поместить магнит на место сердечника. Однако предпринятая ими попытка оказалась безуспешной: для получения достаточной индукции в воздушном зазоре понадобился магнит большего объема, чем допустимый по размерам рамки³⁰. В 1938 г. Б. М. Яновский в СССР³¹ и В. Фишер в Германии создали первые приборы с внутрирамочными магнитами. В настоящее время эти приборы получают все большее распространение, что обусловлено такими неоспоримыми их преимуществами по сравнению с приборами с внешними магнитами, как малый вес и габариты, экономия магнитного материала.

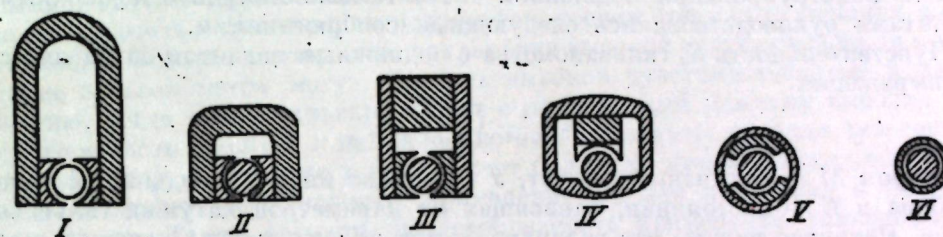


Рис. 2. Изменение габаритных размеров магнитоэлектрических приборов в зависимости от совершенствования магнитных материалов

и меньшая себестоимость, большой вращающий момент, меньшее влияние внешних магнитных полей и т. д. При равной индукции в воздушном зазоре вес магнита в приборе с внутрирамочным магнитом оказывается в 10 раз меньшим, чем у прибора с U-образным внешним магнитом из вольфрамовой стали.

Конструкции с внутрирамочными магнитами находят применение не только в технических приборах, но и в гальванометрах. Примером этих последних является миниатюрный зеркальный гальванометр М 25 с внутрирамочным магнитом, выпускаемый заводом «Вибратор».

В заключение следует остановиться на развитии гальванометров с подвижными магнитами. В 90-х годах прошлого столетия гальванометры с подвижным магнитом превосходили по чувствительности гальванометры с подвижной рамкой. Но и тогда их применение было ограничено вследствие присущих им недостатков, перечисленных в начале статьи.

Астатическая система магнитов, предложенная итальянским ученым Л. Нобили в 1826 г., даже при самом тщательном выполнении не решала проблемы. В 1893 г. немецкие ученые Э. Дюбуа и Г. Рубенс предложили для защиты гальванометров экранирование и построили первый панцирный гальванометр³². Панцирными гальванометрами занимались также немецкий физик Ф. Пашен и американский физик Э. Никольс. Оптимальным количеством экранов было три; при дальнейшем увеличении числа экранов степень защиты, как показал опыт, росла очень медленно. Впрочем, Никольс построил гальванометр с шестью экранами, которые весили около 40 кг³³.

³⁰ L. Merz. «Archiv für technisches Messen», 1948, Juni, J 721—9, лист Т 76.

³¹ Б. М. Яновский. Новая магнитная система для магнитоэлектрических измерительных приборов. «Труды ВНИИМ», 1938, вып. 18 (34), стр. 184.

³² H. Geiger, K. Schoel. Handbuch der Physik. Bd. XVI, Berlin, 1927, S. 258.

³³ E. F. Nichols, S. R. Williams. A Convenient form of Galvanometer with magnetic shielding. «The Physical Review», 1908, vol. 27, p. 257.

Возможность применения железных экранов для гальванометров послужила темой для ряда теоретических и экспериментальных исследований.

По мере появления новых мягкомагнитных материалов и увеличения начальной магнитной проницаемости эффективность экранирования увеличивалась. Но одновременно с совершенствованием экранов возрастало количество и мощность установок сильного тока, следовательно, увеличивалось число источников внешних магнитных полей и соответственно все более возрастали требования, предъявляемые к экранам; равным образом возрастали и затруднения в выполнении этих требований. Использование новых сортов железа с большой начальной магнитной проницаемостью позволяет надеяться на успешное преодоление возникших затруднений, но до последнего времени экранирование все еще остается недостаточным для того, чтобы вернуть гальванометрам с подвижными магнитами их былое широкое распространение.

При конструировании подвижной части гальванометров с подвижными магнитами руководствовались следующими соображениями.

Чувствительность S , гальванометра с подвижным магнитом определяется из выражения

$$S_i = \frac{1}{4\pi^2} \left(\frac{M}{J} \right) CT^2,$$

в котором M — магнитный момент, J — момент инерции подвижной части прибора и C — постоянная, зависящая от параметров катушки гальванометра. Нетрудно видеть, что величина S , при прочих равных условиях пропорциональна отношению $\frac{M}{J}$. Поэтому естественным было постоянное стремление максимально увеличить это отношение, т. е. получить минимальный момент инерции подвижной части прибора при максимальном магнитном моменте.

Наиболее существенными недостатками первых гальванометров были большой период колебаний подвижной части T и соответствующее ему продолжительное время успокоения. Так как период колебаний T определяется главным образом величиной момента инерции J , то, прежде всего, стали пытаться уменьшить J , укорачивая с этой целью магниты. Казалось бы, должны были появиться короткие магниты большой ширины. Но в этом случае при малых коэрцитивных силах начинал сказываться момент размагничивания и для уменьшения влияния этого фактора одновременно стали уменьшать ширину магнита. Однако при уменьшении габаритов магнита уменьшался его объем, а, следовательно, и магнитный момент M , что приводило к снижению чувствительности прибора.

Для сохранения максимальной величины магнитного момента при уменьшении размеров магнита и соответствующем снижении значения момента инерции J на подвесе стали укреплять параллельно друг другу систему коротких, узких и легких магнитиков, причем размеры и вес их последовательно уменьшали для увеличения отношения $\frac{M}{J}$. Чтобы наглядно представить этот процесс, достаточно вспомнить, что в гальванометре К. Гаусса и В. Вебера, построенном в середине прошлого столетия, магнит при длине 30 см имел вес 0,5 кг; подвижная система гальванометра Томсона выпуска 1881 г. весила меньше грамма; Пашен в 1893 г. применил в своем гальванометре подвижную систему из 13 магнитиков длиной 1—1,5 мм, при общем весе 5 мг и, наконец, в последних гальванометрах А. Даунинга, построенных в конце 20-х годов текущего столетия, вес подвижной магнитной системы доведен до 2—3 мг³⁴.

³⁴ О. В е р н е р. Чувствительные гальванометры постоянного и переменного тока. Пер. с нем. Л., 1933, стр. 103.

Хотя работами английских ученых А. Даунинга, Г. Дейнса и А. Хилла конструкции гальванометров с подвижными магнитами были доведены до известного совершенства, они все же оставались чувствительными к воздействию внешних магнитных полей. Новый метод астазирования, предложенный в 1923 г. немецкими физиками В. Егером и В. Нернстом³⁵, также не освобождал их от указанного недостатка. Кроме того, в 20-х годах гальванометры с подвижными рамками по чувствительности к току уже не отличались от гальванометров с подвижными магнитами и, обладая другими значительными преимуществами, с 30-х годов почти полностью заменили их в практике электроизмерений.

Новые предпосылки для расширения использования этой группы гальванометров создались позднее, с появлением новых высококоэрцитивных магнитных материалов и мягкомагнитных материалов с большими величинами начальной магнитной проницаемости. Для того чтобы уяснить реальность подобных предпосылок, нужно вспомнить, что гальванометры с подвижными магнитами имеют слабое электромагнитное успокоение и, следовательно, могут работать в критическом режиме успокоения при малом внешнем сопротивлении. Вследствие этого, при сохранении высокой чувствительности к току, такие гальванометры могут обладать высокой чувствительностью к напряжению, тогда как в гальванометрах с подвижными рамками высокая чувствительность к току и к напряжению не совместимы: высокая чувствительность к току достигается в них за счет большого критического сопротивления, делающего невозможным применение их для измерений в низкоомных цепях. Таким образом, целесообразность применения гальванометров с подвижными магнитами вполне очевидна.

В последние годы, когда с введением новых материалов появилась возможность устранить основной недостаток гальванометров — зависимость показаний от воздействия внешних магнитных полей, после почти 25-летнего перерыва снова и довольно успешно были возобновлены работы над их конструкциями. В частности, немецкие инженеры В. Мейсснер и Р. Доль сконструировали в 1955 г. гальванометр с подвижным магнитом из сплава «oerstit — 700» с подвесом из кварцевой нити длиной 60 мм и толщиной 2,6 микрона и с тремя экранами³⁶. При удовлетворительной независимости от внешних полей он обладает начальной магнитной проницаемостью материала экранов $\mu_0 = 37\,000$ гс/э, коэрцитивной силой магнита $H_c \approx 760$ э, периодом колебаний подвижной части $T = 7,2$ сек, внутренним сопротивлением $R_g = 15$ ом, внешним критическим сопротивлением $R_{ак} = 165$ ом, постоянной по току $C_i = 4,4 \cdot 10^{-11} \frac{\text{а/мм}}{\text{м}}$, постоянной по напряжению $C_u = 8 \cdot 10^{-9} \frac{\text{в/мм}}{\text{м}}$.

Применение магнитного материала с высокой коэрцитивной силой позволило Мейсснеру и Долью отказаться от классической конструкции подвижной части прибора в виде системы миниатюрных магнитиков и выполнить ее из одного магнита с отношением ширины к длине равным 20 : 1.

Появление новых магнитных материалов позволило также осуществить ко времени второй мировой войны и технические приборы с подвижными магнитами, отличающиеся от приборов с подвижными рамками меньшим весом, малыми габаритами и, соответственно, меньшим расходом магнитных материалов. Эти приборы способны выдерживать повышенные перегрузки, так как в них нет подвижных токонесущих частей, и допускают возможность получения шкалы любого требуемого характера без конструктивных изменений измерительного механизма. Наконец, свойственный им большой

³⁵ Германский патент № 408613, 1923 г.

³⁶ W. Meissner und R. Doll. Höchstempfindliches Panzergalvanometer. «Zeitschrift für angewandte Physik», 1955, Bd. 7, H. 10, S. 461.

вращающий момент позволяет применять в качестве опор цилиндрические цапфы, обеспечивающие долговечность и вибрационную прочность прибора.

Приведенный здесь краткий и далеко не исчерпывающий обзор развития электроизмерительных магнитоэлектрических приборов позволяет заключить, что их конструкция достигла высокой степени совершенства, но не все возможности исчерпаны, и в настоящее время приборы продолжают совершенствоваться. Эта система приборов, возникшая в 20-х годах прошлого столетия, начала особенно интенсивно развиваться с 80-х годов. Толчком для этого было развитие промышленной электротехники. С 80-х годов шло соперничество между приборами с подвижной рамкой и с подвижными магнитами. К концу 20-х годов текущего столетия, когда был достигнут естественный предел чувствительности, приборы с подвижными магнитами практически вышли из употребления.

Последние 20 лет были наиболее плодотворными в истории магнитоэлектрических приборов. За это время в практику вошли приборы с внутрирамочными магнитами (технические и лабораторные) и технические приборы с подвижными магнитами. Появились также более совершенные гальванометры с подвижными магнитами.

В ближайшем будущем можно ожидать дальнейшего совершенствования приборов с внутрирамочными и с подвижными магнитами. В связи с этим было бы целесообразно использовать исследования и работы, сделанные Егером, Нернстом, Дейнесом, Даунингом и другими исследователями в конце 20-х—начале 30-х годов и не нашедшие в свое время достаточно полного использования.

В. ЕВСЕВИЦКИЙ

Польская Народная Республика

ИЗ ИСТОРИИ ПОЛЬСКОЙ КИНОТЕХНИКИ

В программе исторических исследований эволюции польской технической мысли в области кинематографии следует, разумеется, учесть также труды польских ученых в «доисторическом» периоде кинематографии.

Прежде всего следует указать роль польских ученых в создании и усовершенствовании отдельных приборов, которые впоследствии стали элементами кинематографа.

Можно отметить научную деятельность Вителона в XIII в., так как существует предположение, что ему уже была известна камера-обскура. Известно, например, что Леонардо да Винчи, который до сих пор считался изобретателем камеры-обскуры, пользовался в библиотеке в Павии трудами польского ученого, рассматривавшего вопросы перспективы и оптических обманов¹. Не менее интересно заключение о сходности работ над камерой-обскурой Вителона и английского ученого Роджера Бекона, деятельность которых совпадает по времени.

Камера-обскура весьма интересовала также Николая Коперника. Исторические данные указывают, что Коперник вместе со своим учеником Ретиком пользовался в 1542 г. камерой-обскурой при наблюдении затмения Солнца, пробуя таким образом применить камеру-обскуру для научных целей². Знаменитый немецкий астроном Иоганн Кеплер лишь 50 лет спустя описал принципы применения камеры-обскуры при астрономических исследованиях.

В Гданьске польский астроном Гевелиус в 1637 г. тоже применял камеру-обскуру с вмонтированной подзорной трубой при наблюдениях Солнца и Луны³. Оптические приборы применялись не только для научных целей, но и при показе фокусов, основанных на обмане зрения (использование в XVI в. зеркал типа «японских» и т. д.).

Фокусы при помощи волшебного фонаря показывались в Польше, особенно во времена короля Станислава Августа во второй половине XVIII в., когда по примеру Парижа китайские тени соединяли с волшебным фонарем. Волшебный фонарь использовался также на школьных представлениях в иезуитских коллегиях.

¹ В. П. Сузов. Леонардо да Винчи и работа Витело «Перспектива». «Труды Института истории естествознания и техники», т. 1, Изд-во АН СССР, 1954, стр. 219—248 (польский перевод помещен в «Studia i materiały z dziejów nauki polskiej», т. 3, Изд. Польск. АН, Комитета истории науки, Варшава, 1955, стр. 179—205).

² Tadeusz Przyrkowski. Postęp techniczny między przyrządami astronomicznymi Kopernika, Brahaго i Heweliusza. Отд. оттиск «Postępy astronomii», т. III, Warszawa, 1954, zes. 1, str. 27.

³ Там же.

Подтверждением того, что волшебные фонари под названием «Umbra» (тень) конструировались в Польше, может служить аппарат, созданный Антоном Магером приблизительно около 1820 г. для Варшавского университета⁴.

Как известно, начало фотографии — дагерротипии — было положено во Франции в 1839 г. Н. Непсом и Л. М. Дагерром. Дагерротипия нашла много сторонников в Европе и Америке. Несомненно, что это важное изобретение, как необходимый элемент возникновения кинематографа, подготавливалось одновременно в ряде стран и поэтому так быстро распространилось.

Дагерротипией в Польше занимались с давних пор, в частности, инженер Максимилиан Страш в Кельцах⁵.

К пионерам дагерротипии в Польше следует отнести также Адама Пражмского, профессора Варшавской медицинской академии, который после 1863 г. эмигрировал во Францию, где был известен как конструктор-оптик. Впоследствии он разработал объективы для «фоторевольвера» Ж. Янсена, который в 1874 г. сфотографировал прохождение планеты по диску Солнца⁶.

Следует отметить также польские конструкции фотографических аппаратов, как, например, «фоторевольвер» Брандта⁷, новую систему моментального способа съемки, а также работу Байера и инженера Лебедзинского над улучшением подложки для получения изображения.

За границей был известен также другой польский эмигрант — Владислав Малаховский (Лев Варнерке), который в 1875 г. изобрел светочувствительную бумажную ленту. Его деятельность в Лондоне была широко известна⁸.

В 80-х и 90-х годах прошлого века появилось много конструкций хронофотографических аппаратов. Марей и Демени во Франции, Ле Пренс и Фризе-Грин в Англии, Дюбюк в России, а также Мюйбридж и Эдисон в США — это лишь скромный перечень наиболее известных в этот период конструкторов киноаппаратов. Сюда следует также отнести прибор «для анализа стробоскопических явлений» Тимченко, сконструированный при участии проф. Любимова в России в 1893 г.

Однако конструкторы не сумели в те годы построить кинематограф, отвечающий требованиям практики, ввиду несовершенства конструктивного оформления аппаратуры.

Из конструкций, предшествовавших киноаппаратам, в Польше следует отметить аппараты инженера Петра Лебедзинского, братьев Юзефа и Яна Поплавских, Я. Яновского, которые отказались от киноленты и делали опыты на стеклянных фотографических пластинках. Яновский — конструктор хронофотографа, стереокинографа и стереокинетоскопа — в 1894 г. писал в русском фотографическом журнале «Фотограф-любитель»⁹, что сначала он пытался сконструировать киноаппарат с применением светочувствительной пленки, но конструкция оказалась слишком сложной, а пленка была недостаточно светочувствительна. Поэтому Яновский, как и упомянутые

⁴ Władysław Banaszkiewicz. «Prehistoria filmu» W. Jewsiewickiego. «Kwartalnik Filmowy», 1954, № 2, str. 67.

⁵ Jan Kwietniewski. Pierwociny fotografii w Warszawie. «Fotograf Polski», 1925, zes. V, str. 83—85.

⁶ J. Janssen. Présentation de quelques spécimens de photographies solaires. «C. R. Acad. Sci.», Paris, 1874, p. 1730—1731.

⁷ L. Anders. O swoim słów kilka. «Fotograf Warszawski», 1905, N 10, str. 150—154.

⁸ W. Romer. Władysław Malachowski — Leon Warnerke. 1827—1900. «Świat Fotografii», 1952, N 32, str. 8—9; Dr Josef Maria Eder. Geschichte der Photographie. Halle, 1932.

⁹ И. В. Соколов. Вклад русской науки и техники в изобретение кинематографа. «Труды по истории техники», вып. IV. Изд-во АН СССР, 1954.



Рис. 1. Изображение луны, спроецированное на экран при помощи системы линз Яна Гевелюса

Граюра на дереве из книги Яна Гевелюса «Machina Coelestis», Гданьск, 1673 г.

выше изобретатели, вернулся к весьма светочувствительным фотографическим пластинкам. Ту же ошибку сделал знаменитый французский ученый-исследователь подвижного изображения Этьен-Жюль Марей, который до 1895 г. также не нашел технического разрешения проблемы кинематографа.

После изобретения в 1895 г. братьями Люмьер во Франции «кинематографа» в скором времени обнаружилось, что во многих странах были созданы самостоятельные усовершенствованные конструкции киноаппаратов.

И поэтому сразу же после премьеры кино в Париже в декабре 1895 г. были представлены новые конструкции эксплуатационных киноаппаратов — Мельеса во Франции, Эдисона в США, Мессера в Германии и т. п. Киноаппараты же, изобретенные перед получением патента братьями Люмьер, остались неиспользованными по ряду причин, прежде всего экономических.

В Польше попытки разрешить проблему кинематографа принесли триумф польскому конструктору Казимиру Прушинскому. Его киноаппарат «плеограф» (конец 1894 г.) отвечал научным требованиям того времени, имел скачкообразную подачу для равномерного передвижения ленты, в нем применялась перфорированная кинолента.

Это изобретение выдвинуло польских конструкторов в первые ряды создателей кино, тем более, что Прушинский аппаратом собственного изобретения производил кино съемки. В Варшаве были известны его документальные и бытовые сценки, как, например, «Францисканская улица», «Уяздовская Аллея», «Перед памятником Мицкевича в Варшаве», «Костюмированная мазурка», «Пан Твардовский», «Возвращение гуляки» и другие.

В 1898 г. Прушинский смонтировал в свой улучшенный киноаппарат «плеограф» две позитивные пленки, с которых попеременно проецировались на экране изображения, с целью устранения мельканий во время демонстрации фильма. Причиной мелькания изображений на экране он объяснял слишком большими интервалами между отдельными кадрами фильма. Прушинскому не удалось достичь положительных результатов, что, однако, не мешало его дальнейшим поискам в этой области¹⁰. Свой новый проекционный аппарат Прушинский назвал «биоплеографом».

К числу более интересных конструкций фотокиноаппаратов и проекционного аппарата следует отнести «универсальный зооскоп» Яна Поплавского, получившего патент во Франции¹¹. В своем «зооскопе», выполненном по типу любительского аппарата размером 18 × 24 см, Поплавский применил

¹⁰ Заметка о демонстрации аппарата Прушинского 23.6.1899 г. в химической лаборатории Технической школы Вавельберга и Ротванда в Варшаве «Swiatlo», Warszawa, 1899, str. 345—346.

¹¹ Патент выдан 29 апреля 1897 г., № 266 472.

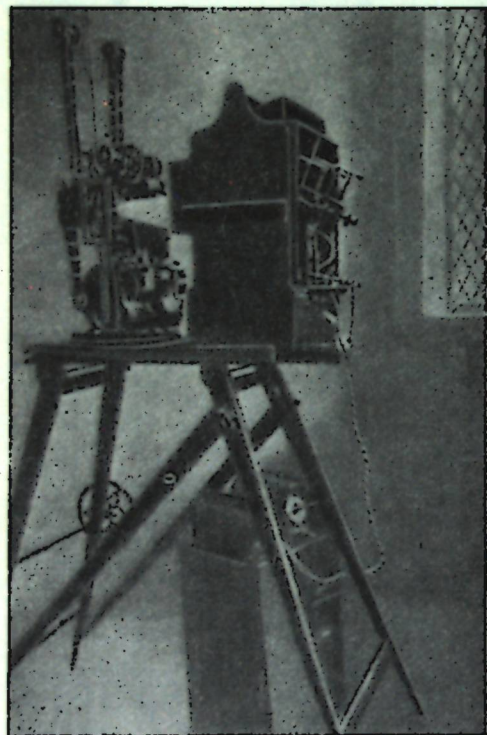


Рис. 2. «Биоплеограф» Казимира Прушинского

объектив очень большой светосилы. Стекла пластинка была круглая, по ее периметру размещались три серии снимков по 96 изображений каждая. Размер снимка 1 × 1 3/4 см, съемки производились со скоростью 15 кадров в секунду¹². По мнению современников, проекция фильма была удовлетворительной, однако причиной неудачи изобретения Поплавского было применение им стеклянных пластинок. Инерция стекла представляла непреодолимое препятствие.

В 1900 г. К. Прушинский пытался сконструировать любительский аппарат, работающий на узкой (12 мм ширины) пленке, однако тоже безуспешно¹³.

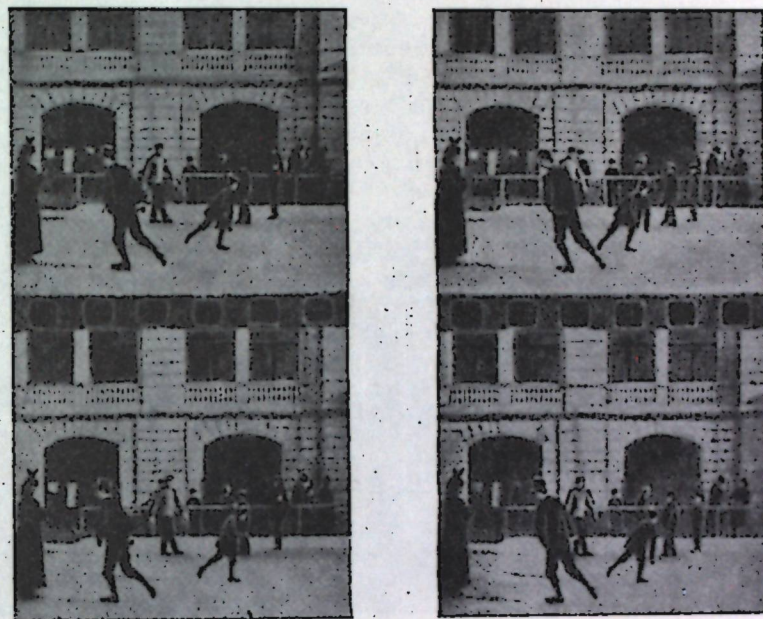


Рис. 3. Киносъемка, произведенная камерой Прушинского «биоплеограф» (1899 г.)

В 1906 г. Прушинский добивается окончательного разрешения конструкции кинокамеры под старым названием «плеограф» с оригинальным грейфером.

Современная техника проекции фильма была достигнута только в последующий период развития кинотехники.

В 1909 г. появилось замечательное изобретение Прушинского, утвержденное Французской Академией наук после реферата знаменитого физика Альберта Дастре¹⁴. Это изобретение называлось «обтюратором». В проекционный аппарат вводилась добавочная диафрагма с частотой оборотов до 44 в секунду. Во время проекции наступало частое прерывание света, чем устранялось мигание изображений на экране. Благодаря введению в проекционные аппараты обтюлятора Прушинского стала возможной демонстрация длиннометражных фильмов.

Отражением новых требований художественного и документального кино явилась конструкция ручной кинокамеры «аэроскоп», созданная

¹² Władysław Banaszkiewicz. Początki kinematografii w Polsce (1894—1905). «Kwartalnik Filmowy», 1955, № 2—3, str. 42.

¹³ Władysław Jowsiwicki. Kazimierz Prószyński—polski wynalazca filmowy. Warszawa, 1954, str. 57.

¹⁴ «Problème de Vision cinématographique sans scintillements. Note de M. C. de Prószyński, présentée par M. Dastre». «C. R. Acad. Sci.», Paris, 1909, vol. 48, p. 1544.

Прушинским в 1910 г.¹⁵. До этого времени камера жестко устанавливалась на штативах, применение же аэроскопа давало возможность производить киносъемку с рук. Это стало возможно благодаря изобретению жироскопа, который позволил произвольно управлять камерой. Заряд ленты в аэроскопе был равен 120 м, его хватало на 10—15 минут непрерывной съемки. Новым в аэроскопе было также применение моторчика, приводимого в движение сжатым воздухом¹⁶. Доказательством того, что конструкция ручной

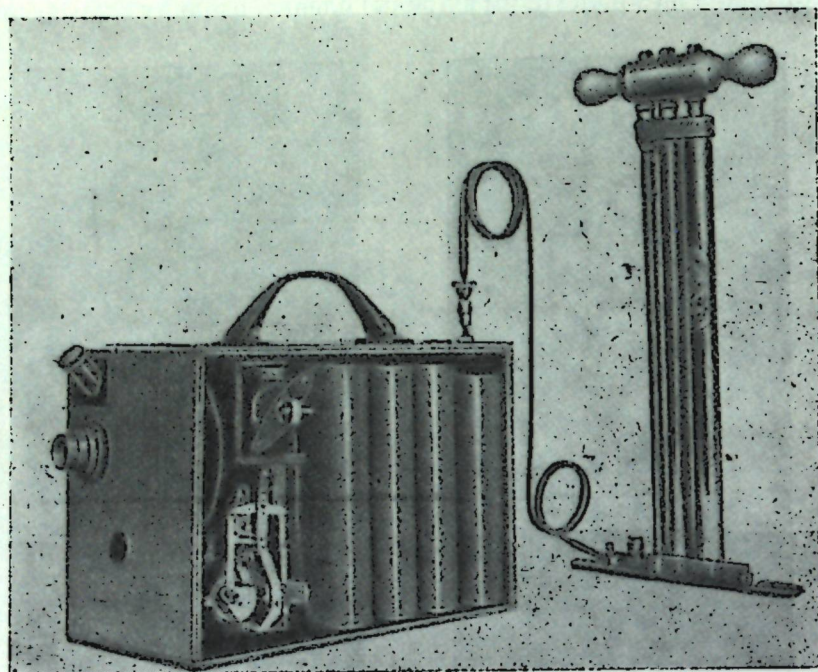


Рис. 4. Первая ручная кинокамера «аэроскоп» конструкции К. Прушинского (1910 г.) с пневматическим приводом

кинокамеры отвечала предъявляемым в то время требованиям, свидетельствует факт ее немедленного использования, а также применения ее для военных киносъемок на балканском фронте в 1912 г. и позднее — на западном фронте во время первой мировой войны. Чери Кертон, известный английский ученый-путешественник, первым начал популяризировать аэроскоп Прушинского. Он пользовался этой камерой во многих научных путешествиях в разных частях света и описал аэроскоп в двух книгах: «Wild Life across the World» (1913) и «Through Central Africa from East to West» (1915). Камерой Прушинского пользовались также многие операторы, которые неизменно давали о ней благоприятные отзывы. Кроме Кертона, можно назвать также оператора Кеннета Гордона, сотрудника Warwick Trading Company Pathé Company. Он много лет работал с аэроскопом и в 1930 г. произвел им особенно интересные съемки снизу паровоза в движении. Камере-

¹⁵ Английский патент; № 6203 от 12 марта 1910 г. и № 9829 от 25 апреля 1912 г.

¹⁶ «Nowy wynalazek Kazimierza Prószyńskiego». «Świat», Warszawa, 1911, № 6, str. 6—7; C. de Prószyński. Application du gyroscope et de l'air comprimé aux appareils destinés à prendre des vues cinématographiques. «Bull. Soc. Franç. de Physique», Paris, 1910, p. 89.

рой Прушинского пользовался также американский естествоиспытатель фотограф Поль Я. Реней¹⁷.

Уже в 1911 г. Казимир Прушинский сконструировал любительский аппарат, отличавшийся от аппаратов, применявшихся до тех пор в промышленности. Похожий на универсальный зооскоп Яна Поплавского, он был построен в виде диска, по которому кадры фильма пробегали спирально. На диске помещалось 500 микрокадров фильма и киносъемка осуществлялась со скоростью 16 кадров в секунду. Наряду с трудностями получения при проекции надлежащего увеличения кадров, изобретатель не смог устранить еще один очень важный недостаток, а именно: съемочный диск с изображением был чересчур велик и не допускал применения картера, по размерам соответствующего любительскому аппарату. Уменьшение диска практически не дало бы ожидаемого результата, так как запас киноленты в камере был слишком мал, уменьшение же кадров привело к слабой видимости при проекции кинокартин¹⁸.

Проблему любительского аппарата Прушинский окончательно разрешил в 1912 г., уже будучи в Англии¹⁹. Это была чрезвычайно оригинальная легкая камера для так называемого «шеренгового» фильма шириной 12 мм, с 15 кадрами размером 5×7 мм. Проекция фильма производилась поочередно слева направо, а затем справа налево. Кроме того, оригинальной особенностью нового аппарата был размер киноленты, ее устройство и способ приведения в движение. Во время проекции получалось впечатление «зрительной чистки» картины. Проекция такой киноленты действительно уподобляется чтению газетного столбца, с той только разницей, что демонстрация кадров фильма происходит не только слева направо, но и справа налево. Длина запаса киноленты шириной 12 мм была равна 1 м и заменяла 150 м ленты шириной в 35 мм. Аппарат, который служил для киносъемки, при включении лампы накаливания и замене объектива мог использоваться и как проекционный; это была небольшая коробка размером 27×19×11 см. Этот любительский аппарат, названный позднее «Око», первый раз демонстрировался в Варшаве в 1912 г. в здании Общества техников. В аппарате весьма оригинальной была также проекционная лампа накаливания, которая сама по себе представляла техническую новинку. Минимальная мощность этой лампы была равна 50 вт, тогда как практически сила света равнялась 450 вт, благодаря применению нити накаливания специального химического состава. Эти нити были выгнуты назад по направлению к стенке лампы, обращенной к отражательному зеркалу.

Впервые за границей любительский аппарат «Око» демонстрировался в Лондоне 20 января 1914 г. на заседании Королевского фотографического общества (Royal Photographic Society), членом которого был Прушинский²⁰.

В годы войны Прушинский приспособил аэроскоп к авиасъемкам в военных целях.

После первой мировой войны Прушинский возвратился из США на родину, и в 1922 г. в Варшаве при его участии было основано акционерное общество для производства и эксплуатации аппаратов «Око». В 1925 г. это предприятие изготовило 100 рекламных аппаратов, после чего оно было

¹⁷ «The Bioscope», vol. 19; № 347, 5. VI. 1913.

¹⁸ «Kinematograf dydaktyczny». Trudności dotychczasowe i nowa zasada kinematografii. Издание неизвестное.

¹⁹ Английские патенты: № 29 478 от 19.VII.1912 г., № 29 417 от 20.XII.1912 и № 17 795 от 2.VIII.1912 г. (проекционная лампа накаливания для аппарата).

²⁰ Wacław Czerniewski. Polski Edison. «Kino-Teatr i Świat». Warszawa, 1914, № 2; Nasi wynalazcy zagranicą. Korespondencja z Londynu M. G-r, «Świat», Warszawa, 1914, № 7.

ликвидировано, не приступив к реализации серийной продукции. Однако изобретатель не переставал совершенствовать свой аппарат²¹.

Из польских изобретений в области звукового кинематографа нужно указать на «кинофон» К. Прушинского, который был запатентован в Лондоне в 1908 г. Это был прибор для синхронизации проекционного аппарата с фонографом, помещенным за экраном. В качестве двигателя был использован пневматический механизм²².

Аппарат Прушинского был самым оригинальным из предложенных в то время в Англии изобретений такого типа.

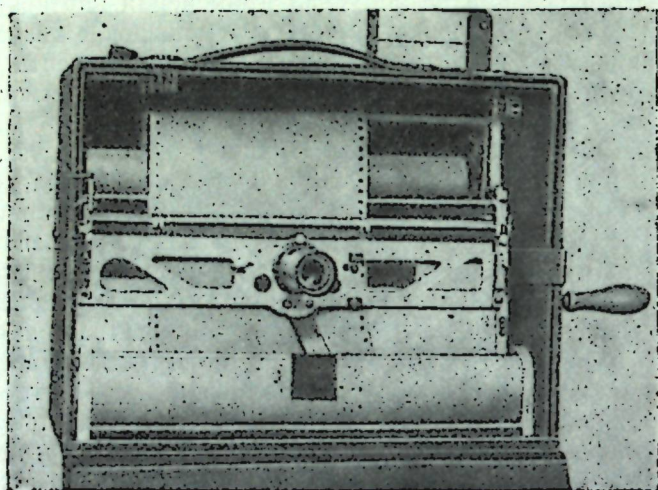


Рис. 5. Любительский аппарат Казимира Прушинского «Око» (модель 1914 г.), служащий как камера для съемок

В 1912 г. Ян Гизе разработал «способ и аппарат для производства записи звуковых колебаний и их воспроизведения, с применением движущейся светочувствительной поверхности»²³.

Таких же результатов добился Эустахас Бялборский в г. Львове. Свое изобретение он запатентовал в Париже²⁴.

Вопросами записи звука в кинематографии занимался Ян Щепаник — выдающийся изобретатель в области цветной кинематографии. В 1914 г. он запатентовал «устройство для свободной от инерции фотографической записи звука и аппарат для воспроизведения»²⁵. Щепаник предлагал ввести в устройство воспроизводящей аппаратуры также вакуумный фотоэлемент, употребляемый и ныне.

Определенный интерес представляют приборы для записи и воспроизведения звука в кинематографии Юзефа Кравецкого и Эдмунда Ласиньского, изобретенные, соответственно, в 1918 и 1919 гг.²⁶

²¹ Английские послевоенные патенты на аппарат «Око» 1921—1922 гг. № 184 213 на проекционную лампу накаливания, 1929—1930 гг. №№ 335 226, 335 891, 335 892, 336 197 — на усовершенствование аппарата.

²² Английский патент 1908 г. № 22 415 (Pneumatic apparatus for Effecting the Syn-chronization of a Kinematograph and a Phonograph).

²³ Я. Гизе. Русская привилегия № 27 649 от 1 июня 1912 г., класс 42 g.

²⁴ Французский патент 1912 г., № 451 005.

²⁵ Австрийский патент 1914 г., № 83 175.

²⁶ Германский и австрийский патенты № 322 505 и № 80 728.

Из польских изобретателей в области цветной кинематографии мы в первую очередь должны назвать Яна Щепаника, получившего около 50 патентов. Щепаник начал исследования по цветной фотографии еще до 1898 г. Он запатентовал в то время систему, заключающуюся в выдавливании на одной стороне ленты цилиндрических линз, которые были обращены в сторону объектива, снабженного светофильтром, состоящим из трех полос: синей, красной и зеленой²⁷. Эту систему Щепаника использовала в 1928 г. американская фирма Кодак как систему цветного любительского фильма на

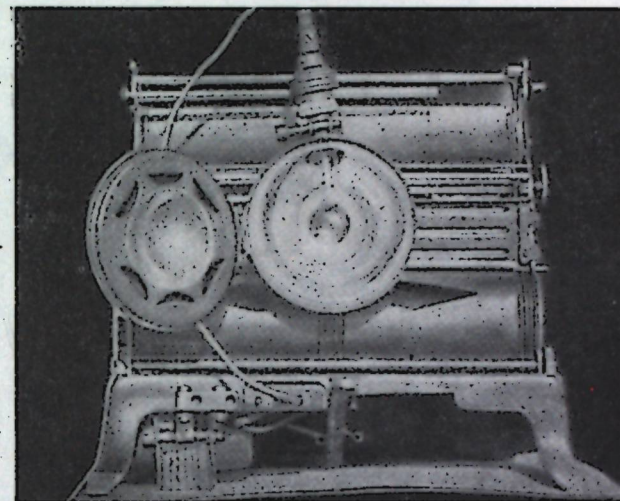


Рис. 6. Аппарат «Око» (модель 1925 г.), служащий как проекционный аппарат

16-миллиметровой киноленте под названием «кодаколор», а в 1932 г. германская фирма «АГФА» («Агфаколор»). Затем в 1902 г. Щепаник изобрел бумагу для копирования цветных картин по методу «Ausbleichverfahren»²⁸ и в 1906 г. — оптический растр для цветных съемок²⁹ и так называемый «колориметр» — прибор для измерения цвета³⁰.

В 1903 г. над изобретением методов цветной съемки начинает работать также инженер Кароль Юлиуш Драц, варшавянин, воспитанник Петербургского технологического института. Он пытался получить три цветных снимка оптическим путем, без помощи светофильтров, при одной экспозиции. Это изобретение, равно как и многие другие, не нашло практического применения вследствие отставания техники в области красителей. В 1905 г., после многочисленных опытов на фабрике Цейса в Иене, Драц создал камеру для трехцветных съемок — «хромограф». Демонстрация этого изобретения в Лондоне и в Варшаве в 1906 г. показала большие достижения в области новых методов съемки. Однако способ копирования еще не был найден³¹.

²⁷ Английский патент 1899 г., № 7729.

²⁸ Английский патент 1902 г., № 10 813; германский 1902 г., № 146 785 и др.

²⁹ Английский патент 1907 г., № 6098; американский патент 1906 г., № 821 200; германский патент 1906 г., № 236 481 и др.

³⁰ Германский патент 1906 г., № 191 738; английский патент 1907 г., № 22 995.

³¹ Władysław Jęwsiewicki. Karol Juliusz Drac. Dzieje polskiego wynalazku zdjęć kolorowych systemem optycznym (bez filtrów) i Low Polakow. Analiza techniczna wynalazku Karola Juliusza Draca pod nazwą «chromograf». «Kwartalnik Historii Nauki i Techniki», № 3, Warszawa, 1956, изд. Польской Академии наук.

Метод Драца нашел последователей в России в лице С. Максимовича и С. Прокудина-Горского³² и был применен ими в системе «цветная фотография Иоспе» в Гамбурге в 1923 г.

В период с 1909 по 1914 г. работы над цветной кинематографией значительно продвинулись. Производство цветных фильмов осуществлялось

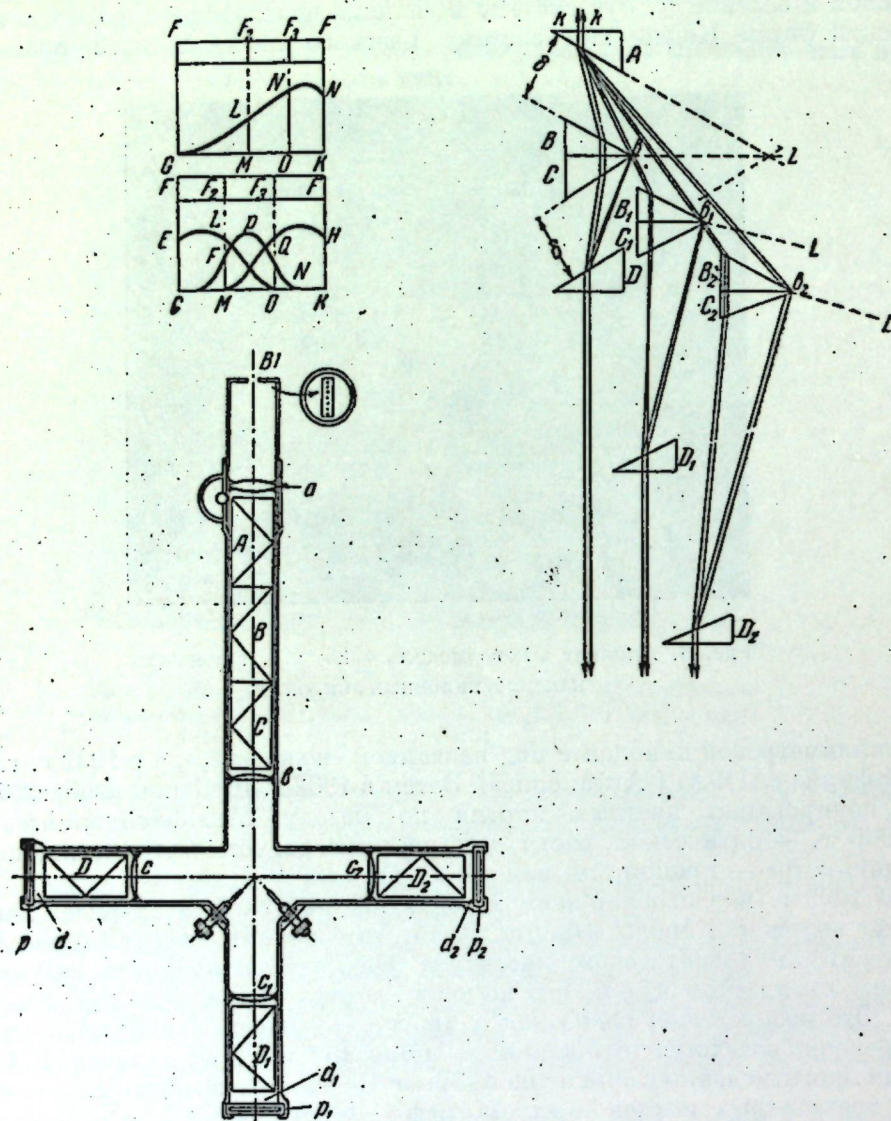


Рис. 7. Система призм в камере «хромограф» К. Ю. Драца

при помощи многократных съемок многообъективными камерами, снабженными соответствующими светофильтрами.

Проблема создания цветного фильма аддитивной системы была окончательно решена Яном Щепаником в 1925 г. Сначала в Берлине, а потом в Женеве было создано Общество по эксплуатации изобретения под названием «Filmes en couleurs naturelles S. A. Système SZCZEPANIK». Производством аппаратов для цветного фильма занялась известная немецкая фирма «Busch A.-G. Rathenow».

³² Е. М. Голдовский. Советская кинотехника. М.—Л., 1950, стр. 183.

Щепаник сконструировал специальный аппарат с оптическим выравниванием для съемок и проекции цветного фильма. В нем было 18 объективов, помещенных на бесконечной ленте. Эта лента протягивалась в фокальной плоскости большого объектива, с которым составляла оптическую систему, создававшую изображение. Лента с 18 объективами передвигалась непрерывно, одновременно экспонировались три отдельные картины, каждая через один из светофильтров: красный, зеленый, синий.

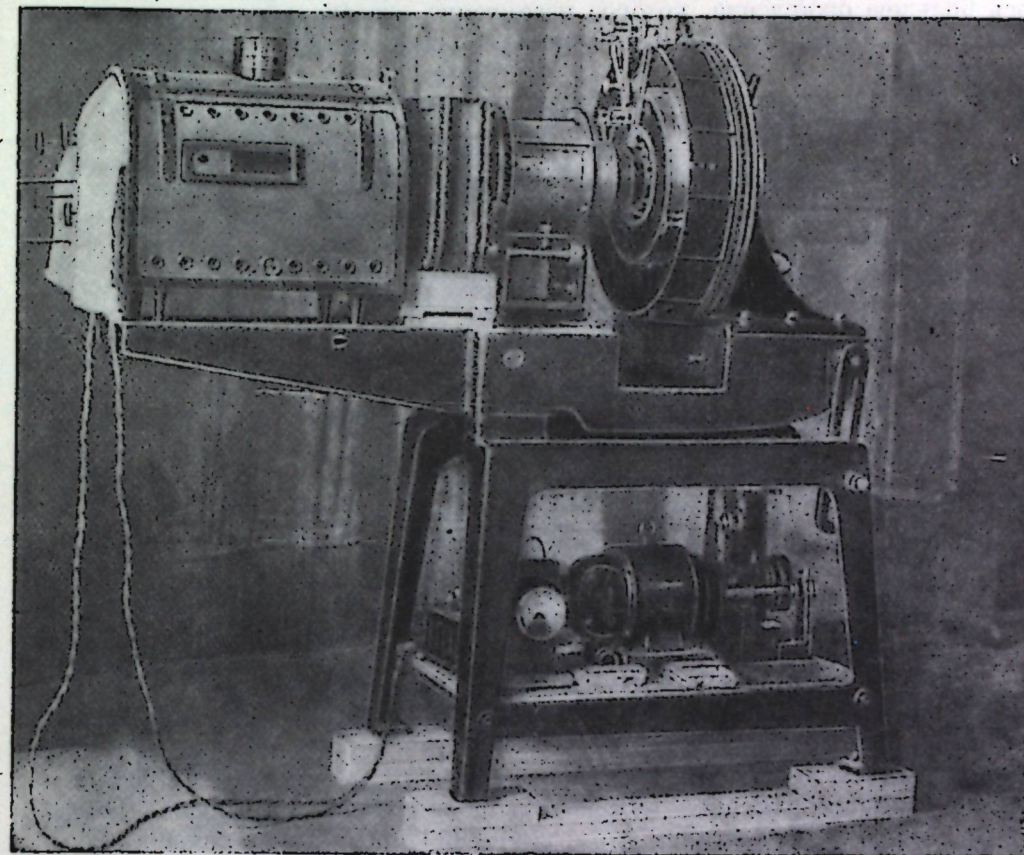


Рис. 8. Проектор 35 мм Яна Щепаника (1925 г.) с оптическим выравниванием передвигания киноленты, применявшийся при демонстрации цветных фильмов

При помощи аппарата с оптическим выравниванием можно было, принимая во внимание значительную экспозицию (отсутствие затемняющей паузы при передвижении кадра), получить одновременно три снимка и репродукцию так называемым аддитивным методом. Достигнутые результаты давали полное впечатление цвета, недостижимое иными методами того времени. Недостатком изобретения Щепаника, по сравнению с более экономичными системами, была необходимость применения специальных аппаратов как для съемок, так и для проекции³³.

Ян Щепаник умер в 1925 г. в г. Тарнове.

³³ Польский патент 1925 г., № 2351 и 1926 г., № 5964; английский патент 1925 г., № 238 973; австрийский патент 1926 г., № 105 611. См. также Н. Н. Агокас. Цветное кино. Кинофотоиздат. М., 1936, стр. 56—59; Joseph S. Friedman. History of Color Photography. Boston, 1947 и др.

Основанная в Варшаве в 1932 г. небольшая киностудия под названием «Щепаник-фильм» производила цветные фильмы по методике Яна Щепаника. Это были короткометражные фильмы, которые демонстрировались в двух варшавских кинотеатрах: «Атлантик» и «Стиловы». Были сделаны необходимые приспособления к аппаратуре, проецирующей черно-белые фильмы. Необходимость переделок существовавших аппаратов препятствовала распространению аппаратов системы Щепаника.

Как уже было сказано выше, в 1905—1906 гг. в кинематографии началось большое оживление, которое несомненно оказало влияние на поиски новых тем, новых средств выражения и новых воспроизводящих форм.

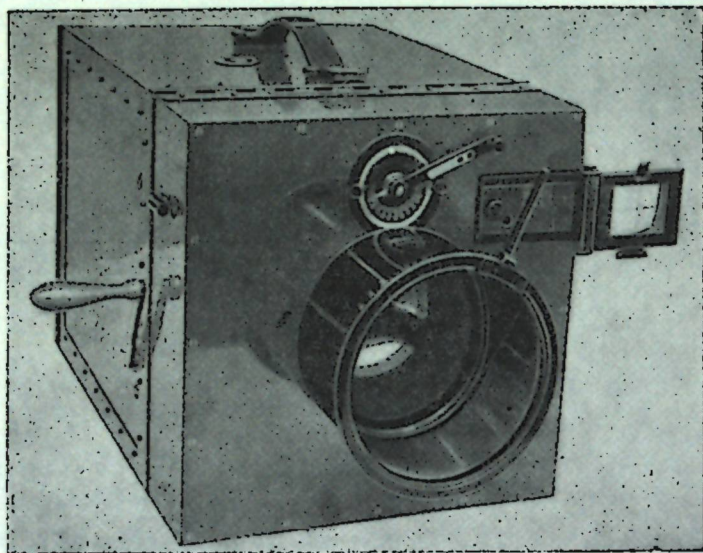


Рис. 9. Третья модель камеры Яна Щепаника (1926 г.) для реализации цветного фильма

Поэтому именно в эти годы в США возник мультипликационный фильм и техника анимации рисунков, которая вскоре привилась и в Европе. Не следует забывать, что прототипом мультипликационного фильма явился в известной степени Оптический театр Эмиля Рейнарда (1892—1896 г.).

Вопрос анимации кукол для фильма удалось разрешить польскому изобретателю Владиславу Старевичу сначала в Ковно, а затем в Москве. Первые мультипликационные фильмы Старевич снял в 1910—1912 гг. Это были «Прекрасная Люканида», «Стрекоза и муравей» по басне Крылова и др. Первую куклу-человека он вывел в 1911 г. в фильме «Рождество у лесных обитателей».

Старевич снимал кадр за кадром, придавая постепенно соответственные фазы движения своим артистам. Это требовало чрезвычайной терпеливости, внимания и огромной точности при установке соответствующих поз кукол. Техника оживления кукол проявилась полностью, когда Старевич в 1911 г. в Ковно снял несколько комбинированных трюково-кукольных кадров с чертиком и бутылкой водки для фильма «Алкоголь и его последствия» по заказу Московской киностудии Ханжонкова. «Я сделал из пластилина, — вспоминает Старевич, — маленького, но злого дьявола и посадил его на бутылку. Чтобы придать движение и мимику, я моделировал фигурку и постепенно ее деформировал и воткнул во внутрь бутылки. Я должен был производить съемку движением камеры в обратном направлении, но так как

мой «Урбан» (тогдашняя кинокамера. — Авт.) не мог производить кино-съемки в обратном направлении, я должен был камеру прикрепить вверх ногами и нормально вести съемку»³⁴.

Для фирмы «А. Ханжонков» Старевич снял ряд фильмов с участием актеров: «Страшная месть», «Ночь перед Рождеством» (1913 г.), «Майская почта»; «Руслан и Людмила» (1914 г.) и др., в которых применял различные комбинированные съемки³⁵.

В 1920 г. Старевич переехал в Париж, где до сих пор снимает мультипликационные фильмы.

Научный фильм появился почти сразу же после изобретения кино. Следует помнить, что в «доисторическом» периоде первый проекционный аппарат был сконструирован Ухаттусом в 1845 г. в Вене для учебных целей. При помощи этого аппарата в артиллерийской школе демонстрировались планы и диаграммы для офицеров австро-венгерской армии³⁶.

Для научных целей (астрономических съемок), как уже упоминалось выше, была сконструирована камера поляком Адамом Пражмовским.

Одним из пионеров научного фильма был польский кинооператор Болеслав Матушевский. 3 сентября 1898 г. он произвел киносъемку операции, сделанной парижским хирургом Дойеном. В следующем году Матушевский демонстрировал эту съемку варшавским врачам³⁷.

* * *

Настоящее исследование является результатом работы коллектива, изучающего историю польской кинотехники при секции истории техники и технических наук Польской Академии наук.

³⁴ Л. Форестье. Великий немой. М., 1945.

³⁵ В. Вишневецкий. Художественные фильмы дореволюционной России. М., 1945 г.

³⁶ W. Jewsiewicki. Prehistoria filmu. Warszawa, 1953, str. 134—136.

³⁷ Bolesław Matuszewski. Une nouvelle source de l'histoire. Nowe źródło historii. Warszawa, 1955, str. 24 (первое издание, Paryz, 1898).

В. Б. ЯКОВЛЕВ

К ВОПРОСУ О ВОЗНИКНОВЕНИИ КРИЧНОГО ПЕРЕДЕЛА ЧУГУНА

Выплавка железа из руд известна человечеству с доисторических времен. Более двух тысяч лет железо получалось непосредственно из руд и лишь 500—600 лет тому назад начал использоваться так называемый двухстадийный способ получения железа и стали, состоящий из доменного процесса получения чугуна (первая стадия) и передельного процесса (вторая стадия), осуществляемого в большинстве случаев окислительной плавкой чугуна.

В истории развития металлургической техники известно несколько способов проведения окислительной плавки чугуна с целью получения железа и стали. К главным из них, последовательно появившимся в промышленности, относятся кричный, пудлинговый, бессемеровский, мартеновский способы и электроплавка. Так как кричный способ был первым по времени появления процессом передела чугуна, то исследование его возникновения становится одновременно исследованием возникновения передельных процессов вообще, а также исследованием перехода от одностадийного способа получения железа к двухстадийному.

Как известно, в России кричный передел чугуна появился одновременно с вводом в действие двух первых доменных печей Тульских (Городищенских) заводов на реке Тулице в 30-х годах XVII в. Развитие металлургической техники до этого времени в некоторых странах происходило быстрее, чем в России, и строительство Тульских металлургических заводов было, в основном, осуществлено на базе имевшегося иностранного опыта.

Место и время возникновения способа кричного передела чугуна в мировой практике металлургии, как и место строительства первых доменных печей, точно не установлены. Вплоть до XVIII в. в этнографической и специальной литературе не только кричный, но и доменный процессы были отражены крайне недостаточно. Даже в работах В. Бирингуччо («De la pirrotechnia», 1540) и Г. Агриколы («De re metallica», 1556), относительно широко освещавших процессы производства металлов, кричный передел чугуна не упоминался.

В специальной технической и исторической литературе существует весьма распространенное мнение, что кричный передел появился после того, как было хорошо освоено применение чугуна из руд. Отдельные авторы использовали для доказательства справедливости этого мнения различные доводы. Так, В. Кнаббе¹, а за ним Н. И. Красавцев и И. А. Сировский² отмечали, что древние металлурги нашли способ передела чугуна переплав-

кой его в той же печи, в которой он был ранее получен из руды. Ю. М. Покровский полагал, что появление кричного передела совпадает по времени с развитием метода второй плавки или рафинирования чугуна, ссылаясь, в частности, на опыт средневековых альпийских кузнецов, пытавшихся повышать качество обычного кричного железа, помещая его в ванну из расплавленного чугуна: происходивший при этом процесс диффузии углерода чугуна в железо давал высокоуглеродистую сталь³.

Из приведенных двух мнений о возникновении кричного процесса первое представляется более правильным. Второе же, допускающее элементы случайности, маловероятно, так как опыты альпийских кузнецов проводились уже тогда, когда доменный и кричный процессы были широко распространены.

Подробное изучение развития сыродутного способа производства железа в период перехода к доменному процессу позволяет установить причину возникновения окислительной плавки чугуна и, следовательно, выяснить истоки кричного передела. Однако если переход от сыродутного горна к доменной печи, для которых одинаково характерна восстановительная плавка руды, стал относительно ясным в результате проводившихся исследований, то переход от восстановительной плавки к окислительной до сих пор не подвергался сколько-нибудь серьезному изучению.

Академик А. А. Байков в работе «Прямое получение железа из руд»⁴ рассмотрел некоторые физико-химические явления, происходящие при плавке в сыродутном горне и доменной печи и определил технические причины перехода от сыродутного горна к доменной печи. Воспользовавшись упомянутой работой, попытаемся восстановить картину превращения сыродутного горна высотой около 1 м в доменную печь высотой до 5 м.

В сыродутных горнах почти по всей высоте рабочего пространства устанавливалась температура выше 1000° С. Поэтому загружавшаяся в них железная руда тотчас же оказывалась в условиях, при которых могли происходить процессы шлакования закиси железа пустой породой и процессы восстановления железных окислов. Так как образование закиси железа предшествует получению металлического железа по схеме $Fe_2O_3 \rightarrow Fe_3O_4 \rightarrow FeO \rightarrow Fe$ и так как в руде пустая порода находится в тесном смешении с окислами железа, то образовавшаяся в горне закись железа тотчас же шлаковалась пустой породой и стекала вниз в виде легкоплавкой жидкости (шлака). Окончательному восстановлению до металлического железа подвергалось только то количество закиси железа, для ошлакования которого не хватало пустой породы.

По мере увеличения высоты печей степень нагрева их верхних и нижних пространств стала значительно различаться, при относительно большой высоте печи температура в верхних горизонтах оказывалась ниже 1000° С. Процессы восстановления окислов железа до металлического железа в подобных условиях могут совершаться при температуре 700° С и более, а процессы шлакования закиси железа — только при температуре свыше 1100—1200° С. Следовательно, в высоких печах эти процессы происходят на различных горизонтах печи: сначала в верхних слоях шихты осуществляется восстановление окислов, а затем в нижних слоях — процессы шлакования, для которых требуется присутствие флюсов. Если опускание шихты будет происходить медленно, то восстановление значительной части окислов произойдет прежде, чем шихта дойдет до горизонтов более высокой температуры, при которой возможно шлакование. Вследствие длительного соприкосновения восстановленного железа с раскаленным углем железо успевает на-

¹ В. Кнаббе. Чугунолитейное дело, т. I. СПб., 1900.

² Н. И. Красавцев и И. А. Сировский. Очерки по металлургии чугуна. М., 1947.

³ Ю. М. Покровский. Очерки по истории металлургии. М.—Л., 1936.

⁴ А. А. Байков. Собрание трудов, т. 2, М.—Л., 1948, стр. 339—343.

углеродиться, и в результате плавки полностью или частично получается чугун⁵.

По Б. А. Колчину, древнерусские сыродутные горны домонгольского периода имели высоту 0,8—1,2 м и выдавали металл с содержанием углерода, обычно не превышавшим 0,9%⁶. Сыродутный горн, который использовался для получения железа еще в начале XX в. в Якутии, имел высоту 1 м и давал металл с содержанием углерода не выше 1%⁷.

С увеличением высоты печей возрастало и количество углерода в получаемом металле. Так, по данным Д. Перси, в немецких печах штукофенах высотой 3—4,8 м, помимо криц весом от 36 до 43 пудов, получался металл с более высоким содержанием углерода (чугун или сталь) в количестве, составлявшем свыше одной трети от общего веса плавки. По тем же данным крицы, получавшиеся в индийских печах высотой 1,8—2,1 м, состояли из смеси ковкого железа и стали⁸. Таким образом, можно проследить зависимость между содержанием углерода в металле и высотой печи, в которой он был выплавлен.

Помимо высоты рабочего пространства печи, на конечное содержание углерода в металле значительно влияет также качество руды, в особенности ее восстановимость. Физические свойства руды тоже оказывают влияние на результат плавки. Бедная железом руда содержит большое количество пустой породы, и металлическое железо может быть получено из нее только в самых низких горизонтах печи после шлакования закиси железа пустой породой; на науглероживание металла остается очень мало времени, и хотя шлаки получаются с малым содержанием окислов железа, т. е. менее окисленными, металл будет менее углеродистым. Богатая руда имеет меньшее количество пустой породы, поэтому и восстановление окислов до металлического железа начинается в этом случае в более высоких горизонтах печи, соответственно большим оказывается и науглероживание металла.

Содержание углерода в металле зависит, однако, больше от способа ведения плавки и особенно от ее дутьевого режима. Как известно, скорость опускания шихты в шахтной печи (сыродутный горн высотой более 1 м тоже можно считать шахтной печью) зависит от скорости подачи воздуха. Чем больше скорость подачи воздуха, тем быстрее опускается шихта и тем меньшим оказывается время пребывания восстановленного железа в раскаленном угле. Поэтому и углерода в металле будет меньше. Наоборот, при уменьшении скорости подачи воздуха в печи будет получаться более углеродистый металл. Это явление можно наблюдать только в небольших печах. Для характеристики влияния дутья на качество получаемого металла можно привести пример из работы Д. Перси. «Получаемые крицы, — писал Перси, характеризуя уже упоминавшуюся выше индийскую печь, — представляют смесь ковкого железа и стали, взаимное отношение в количествах которых находится в прямой связи как со свойствами проплавляемой руды, так и со способами ведения самой плавки. Вообще здесь, если желают получить сталь, то увеличивают в шихте количество древесного угля и ослабляют дутье. ... иногда в этих печах получается и некоторое количество чугуна»⁹.

⁵ Свойства металла зависят главным образом от содержания углерода. Поэтому для упрощения дальнейшего изложения при оценке свойств металла будут рассматриваться только изменения количества содержащегося в нем углерода без учета наличия других примесей (кремния, марганца и пр.).

⁶ Б. А. Колчин. Черная металлургия и металлообработка в древней Руси. «Материалы и исследования по археологии СССР», М., 1953, вып. 32, стр. 31 и 53.

⁷ А. А. Байков. Собрание трудов, т. 2..., стр. 361.

⁸ Д. Перси. Руководство к металлургии, т. 2, СПб., 1869, стр. 435 и 515.

⁹ Там же, стр. 435.

Есть все основания полагать, что чугун, получавшийся при плавках в низких сыродутных печах (горных), содержал углерод в количестве, близком к нижнему пределу (1,7%). Но даже в этом случае он не мог использоваться средневековыми металлургами, не знавшими еще литейных свойств чугуна и привыкшими к металлу, хорошо поддающемуся ковке. Поэтому появление одновременно с крицей железа небольшого количества чугуна не только получило нелестные названия вроде «pig iron» (свинское железо), но и повлекло многочисленные попытки предупреждения этого явления при плавке.

Одной из наиболее действенных мер было увеличение интенсивности дутья за счет увеличения размеров воздуходушных мехов, что весьма хорошо согласовывалось со стремлением увеличить производительность печи (горна). Но так как наряду с этим продолжалось увеличение высоты печей, то выплавляемые крицы железа сами качественно изменились: в них во все большем количестве входили сильно науглероженные частицы. Поэтому, предупреждая появление чугуна в сыродутных горнах путем увеличения дутья, средневековые металлурги при непрерывном росте высоты печей могли лишь частично устранить науглероживание металла. В конечном итоге появились печи, продуктом которых был уже один чугун; печи эти получили название домен.

В связи с тем, что в состав крицы, кроме основной массы, входили частицы более науглероженного металла, ковкость ее стала ухудшаться, так как науглероженные частицы обладали большей твердостью. Возникла, таким образом, задача улучшения качества металла за счет обезуглероживания этих частиц.

При небольших количествах таких включений оказалось возможным улучшить качество крицы неоднократным нагревом ее до сварочного жара в кузнечном горне с последующей проковкой. А так как сварочный жар в кузнечном горне достигался за счет усиленного дутья, то, следовательно, создавались условия для ведения процессов окисления железа и сопровождающих его примесей.

По мере увеличения в крицах количества включений с большим содержанием углерода (сталистых) необходимость окислительных процессов все более возрастала. Поэтому они проводились во все больших масштабах и, постепенно совершенствуясь, приближались к так называемому кричному переделу. В результате между основными процессами получения железа и его обработки возник еще один процесс, необходимый для получения качественного металла. Железо начали получать двухстадийным способом, в котором первой стадией было получение крицы, второй стадией — улучшение свойств крицы путем проведения окислительного процесса для удаления примесей. По существу, эти две стадии отличаются от двухстадийного способа получения железа в его современном понимании лишь тем, что теперь в первой стадии получается не сырое железо в крицах, а чугун.

Свидетельством справедливости сказанного может служить появление новых видов продукта. Так, вместо одного вида железа (в крицах или в изделиях) в продаже появились два его вида — сырое и кованое, из которых первый являлся полупродуктом. Цены на них были различны. Например, за пуд железа-сырца в Соловецком монастыре в 1606 г. платили 11 денег, за пуд кованого железа в Поморском крае в 1595—1598 гг. — 48 денег (1 деньга = 0,5 коп.)¹⁰.

¹⁰ А. Г. Маньков. Цены и их движение в Русском государстве XVI века, М.—Л., 1951, стр. 79; С. Г. Струмилин. История черной металлургии в СССР, т. 1, М., 1954, стр. 25.

На рубеже XVI и XVII вв. появились и новые ремесла. Издавна кузнецы являлись универсалами по производству изделий из железа. Поэтому появление в перечнях ремесленников, наряду с пожевниками, гвоздочниками, замочниками, стрельниками, игольниками, секирниками, скобочниками, лемешниками, бронниками, сабельниками, подковщиками и другими представителями кузнечного ремесла, новой профессии «железников» наводит на мысль, что «железники» занимались производством кованого железа из сырцового железа в крицах.

Упоминания о железяках относятся к концу XVI и началу XVII вв. В «Книге писцовой Новгород Великий 1583—1584 годов» трижды встречаются имена железяков¹¹.

Проф. А. В. Арциховский, пользуясь писцовыми книгами конца XVI в., среди прочих новгородских ремесленников по металлу обнаружил 31 железяка. Даже в небольшой Устюжне был один железяк¹². В Москве в 1634 г. их было трое, а в 1638 г., по далеко неполным данным, — два человека¹³.

Железники (Eisenschmidtes, Zélazniki), также, по-видимому, занимавшиеся производством кованого железа из железа-сырца в крицах, работали в то время и в западославянских землях¹⁴.

В начале XVIII в. профессия железяков уже не встречалась в русских городах, но зато в сельских местностях железцовые кузнецы становятся почти обязательными при «доменных ручных горнах», продуктом которых было железо в крицах. Так, в селе Волконском Новошешинской слободы Алексинского уезда крестьяне Аксен Алексеев, Ефим Сидоров и Трофим Ермолов «в вотчине помещика их в вышеписанном селе ручных доменных 9 горнов да железцовых кузнецов на вотчинной земле помещика их построили они на собственные деньги...»¹⁵.

Из «скасок» железопромышленников Тульской Оружейной слободы, собранных В. Г. Волконским в 1721 г., можно узнать о том, что железцовые кузницы занимались производством кованого железа из железных криц, полученных в ручных доменных (т. е. в высоких сыродутных) горнах. Во всех сохранившихся «скасках» говорится, что в «железцовой (кузнице. — Авт.) из крицы плавят железо и рассекают в разные мелкие куски»¹⁶.

Сравнение деятельности железцовых кузниц и молотовых кузниц (амбаров) или кричных фабрик показывает, что изменение первоначальных свойств выплавленного металла достигалось в них по существу одним и тем же методом. В железцовых кузницах производилась окислительная плавка сырцового железа в крицах с дальнейшей проковкой их отдельных кусков. На кричных фабриках осуществлялась окислительная плавка чугуна для получения железа, которое затем проковывалось в полосы. Функции этих двух производств очень близки между собой, и весьма вероятно, что при логическом развитии металлургической техники на территории СССР был бы совершен постепенный переход от железцовых кузниц к кричным фабрикам и вместо сырцового железа в крицах стали бы переделывать чугун. Но этот переход несколько раньше был закончен в других странах и

в повторении его при постройке первых домен в России уже не было необходимости.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы:

1. Окислительной плавке чугуна, первым вариантом которой был кричный процесс, предшествовало несколько способов, принципиально сходных с окислительной плавкой. К их числу относятся неоднократный нагрев крицы (или ее частей) в кузнечном горне до сварочного жара с последующей проковкой и плавка сырцового железа, содержащего большое количество сталитских включений, в горне железцовой кузницы также с последующей проковкой.

2. Окислительная плавка в металлургии железа возникла до появления чугуна, в связи с необходимостью обезуглероживания сталитских включений в крицах, получавшихся при сыродутной плавке в печах (горнах) увеличенной высоты.

3. В результате развития сыродутной плавки и увеличения высоты сыродутных горнов создаются два противоположных процесса получения железа — восстановительный и окислительный; одностадийный способ производства железа непосредственно из руды заменяется двухстадийным способом.

Переходу к двухстадийному способу производства способствовали и некоторые экономические факторы, в частности, уменьшение затрат труда.

Академик С. Г. Струмилин, анализируя данные по заводам Урала, относящиеся к 1704 г., показал, что разница в суммарных затратах материалов (руды и угля) на каждые 100 пудов раскованного железа при обоих способах была незначительной. Но зато затраты труда на передел этих материалов оказались существенно различными. Так, на изготовление 100 пудов железа способом, при котором получается сначала железо-сырец, а затем раскованное железо, потребовалось 522 человеко-дня, а при двухстадийном способе (с получением чугуна) — всего 76 человеко-дней, т. е. в семь раз меньше¹⁷.

Остается еще неясным вопрос о времени возникновения кричного процесса производства железа. Но, исходя из того, что кричному процессу предшествовало несколько способов использования окислительных процессов, можно предположить, что эти способы в своем развитии подготовили возникновение кричного передела чугуна одновременно с возникновением доменного процесса, т. е. что одновременно со строительством первых доменных печей начали строиться и кричные горны. Подтверждением правильности такого предположения могут служить сохранившиеся картины художников XV и XVI вв., в частности бельгийца Иохима Патенье (1480—1524), воспроизводящие внешний вид доменных печей того времени и размещенных около них печей (горнов) для кричного передела («для фришевания валлонским способом»)¹⁸.

Первые доменные печи появились в Западной Европе не ранее середины XIV в. и не позже первой половины XV в., к этому же периоду можно отнести и освоение кричного процесса в производстве железа. Впервые построенные в Нидерландах (в районе Льежа) доменные печи затем появились в Эльзасе (с 1490 г.), во Франции (не позже 1517 г.) и в Саксонии (не ранее 1550 г.)¹⁹. Та же направленность распространения возможна и для кричного передела чугуна.

¹⁷ С. Г. Струмилин. История черной металлургии в СССР, ч. 1. М., 1954, стр. 62—66.

¹⁸ J. R. Maréchal. Evolution de la fabrication de la fonte en Europe et ses relations avec la méthode wallonne d'affinage. «Techniques et Civilisations», 1955, vol. V, p. 22.

¹⁹ С. Г. Струмилин. История черной металлургии..., стр. 98.

¹¹ В. В. Майков. Книга писцовая по Новгороду Великому конца XVI века. СПб., 1911, стр. 81, 131, 139.

¹² А. В. Арциховский. Новгородские ремесла. «Новгородский исторический сборник», Новгород, 1939, вып. 6, стр. 9—10.

¹³ М. В. Довнар-Запольский. Торговля и промышленность Москвы XVI—XVII веков. М., 1910, стр. 67 и 89.

¹⁴ Ф. И. Леонтьевич. Сельские промышленники в Литовско-русском государстве. «Варшавские университетские известия», 1897, т. VII, стр. 128.

¹⁵ «Материалы по истории крестьянской промышленности XVIII и первой половины XIX веков», т. 1. М.—Л., 1935, стр. 186.

¹⁶ ЦГАДА, ф. 271, д. 1061, лл. 211 и 200—220.

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

ДЖ. ДЖ. СИЛЬВЕСТР И С. В. КОВАЛЕВСКАЯ

30 ноября 1955 г. состоялось торжественное годовое заседание Лондонского королевского общества. На таких заседаниях происходит вручение премий (обычно медалей) за научные работы.

На этот раз среди получивших премию был член Королевского общества, профессор Э. Ч. Титчмарш, известный в Советском Союзе своими книгами по теории функций, из которых некоторые переведены на русский язык.

Мне довелось присутствовать на этом заседании, и я подошла к Э. Ч. Титчмаршу, чтобы поздравить его с получением медали имени Сильвестра. Он показал мне полученную им награду — большую, сделанную из бронзы медаль, с рельефным изображением характерного профиля Сильвестра, старика с окладистой бородой.

Э. Ч. Титчмарш возглавляет кафедру геометрии в Оксфордском университете, где в свое время работал и Сильвестр. Я спросила, знает ли профессор Титчмарш, что Сильвестр написал сонет под названием «Музыка и математика» и опубликовал его в английском журнале «Природа»?¹ Титчмарш ответил, что не знает, и выразил удивление по поводу моей осведомленности. Мне пришлось объяснить, что в сонете в качестве небесной музыки, олицетворяющей математику, фигурирует Софья Ковалевская, переписку которой с иностранными учеными я изучаю.

Неизвестно, когда началось знакомство С. В. Ковалевской с Дж. Дж. Сильвестром. Чтобы можно было высказать некоторые предположения по этому поводу, обратимся к биографическим сведениям об этом выдающемся ученом.

Джеймс Джозеф Сильвестр родился в Лондоне в 1814 г. Он начал работать очень рано. В 1841—1845 гг. он был профессором университета в Виргинии, с 1845 по 1855 г. работал по страховому делу в Лондоне, потом до 1871 г. был про-

фессором военной академии в Вульвиче (предместье Лондона, слившееся впоследствии с городом). Затем несколько лет Сильвестр не имел определенных занятий, пока в 1876 г. не получил профессию в университете Джона Гопкинса в Балтиморе (США), где работал до 1883 г. С 1884 г. до конца жизни, т. е. до 1897 г., он был профессором в Оксфорде.

Основные работы Сильвестра относятся к алгебраической геометрии, преимущественно к теории инвариантов.

Немецкий математик Феликс Клейн в своих «Лекциях о развитии математики в XIX столетии» говорит, что из всех известных ему математиков Сильвестр был «одной из самых живых и переменчивых фигур». Клейн отмечает занимательный, яркий ум и многосторонность Сильвестра, «который с большим интересом вникал в самые разнообразные вопросы и умел сопоставлять, синтезировать все, что ему встречалось». Он часто развлекал общество своими «меткими и ловкими» стихами.

С. В. Ковалевская была в Лондоне три раза. Первая поездка, в начале октября 1869 г., была совершена ею совместно с мужем, В. О. Ковалевским, которого привлекала в Англию возможность встречи с Чарлзом Дарвином и другими учеными. С. В. Ковалевская познакомилась там с очень популярной в то время английской писательницей Эванс, писавшей под псевдонимом Джордж Элиот, и с философом Гербертом Спенсером. С последним она однажды горячо поспорил, защищая с жаром юности необходимость равноправия женщин.

² F. Klein. Vorlesungen über die Entwicklung der Mathematik im 19 Jahrhundert. Teil I, Berlin, 1926, S. 162 (Феликс Клейн. Лекции о развитии математики в XIX столетии, ч. I. Пер. с нем. Б. Лившица, А. Лопшица, Ю. Рабиновича, Л. Тумермана. М.—Л., 1937, стр. 200).

В шведском издании воспоминаний С. В. Ковалевской о Джордж Элиот³ есть указание на то, что писательница еще раньше слышала о молодой русской женщине-математике от английского математика Хилла [1], который встречался с Ковалевской на лекциях Кенигсбергера [2] в Гейдельберге в 1868 г., и с тех пор Д. Элиот часто выражала желание познакомиться с ней.

Второй раз Ковалевская приехала в Лондон в декабре 1880 г. В это время Сильвестр жил в Америке, так что Ковалевская не могла с ним встретиться. Наконец, третья поездка Ковалевской в Англию (кроме Лондона, она посетила Окс-

форд и Кембридж) состоялась в 1888 г., когда она путешествовала с Максимом Ковалевским.

Хотя в первый приезд Ковалевской в Англию Сильвестр и был в Лондоне, однако вряд ли он встречался с Ковалевской. Скорее всего можно думать, что знакомство их состоялось в 1884 г. во время приезда Сильвестра в Стокгольм по приглашению Г. Миттаг-Леффлера [3].

Сильвестр вел переписку с Миттаг-Леффлером, и в архиве последнего сохранилось 14 писем от английского ученого. Приведено одно из них (фотокопия его хранится в Фундаментальной библиотеке общественных наук АН СССР):

«New College Oxford
18th Nov. 1886

Dear Prof: Mittag-Leffler

As my movements for the ensuing winter will depend upon the event of Mr Phragmen joining me here, I shall feel much obliged by receiving from him or yourself a line informing me whether I may reckon upon his joining me here in December. Will you please recall to my recollection the name of the Goddess of Youth which is the title of the Society to which you introduced me in Stockholm where I passed so agreeable an evening — I wrote on another sheet a Sonnet which may possibly interest you and your gifted colleague M^{re} Kowaleski

and which may probably be printed in some English journal

Yours very truly
J. J. Sylvester

I am not quite sure about the word Mala but will get that right before the lines appear if they are published as I contemplate.

Je remarque ce moment même le mémoire de M. Bendixson sur la formule d'interpolation de Gauss. Il ya vingt ans que je possède un théorème qui étend cette formule à des intégrales multiples d'ordre quelconques.

Перевод

«Нью Колледж Оксфорд [4]
18 ноября 1886

Уважаемый профессор
Миттаг-Леффлер

Поскольку мои поездки будущей зимой будут зависеть от того, присоединится ли здесь ко мне мистер Фрагмен [5], я был бы весьма признателен, если бы они или Вы сами сообщили мне, могу ли я рассчитывать на его прибытие сюда в декабре.

Не напомним ли Вы мне имя Богини Молодости, — этим именем названо общество [6], которому Вы меня представили в Стокгольме, и где я провел столь приятный вечер.

На другом листе я написал сонет, который, вероятно, заинтересует Вас и Вашу одаренную коллегу М-м Ковалевскую и

который может быть будет напечатан в каком-либо английском журнале.

Преданный Вам
Дж. Дж. Сильвестр.

Я не совсем уверен насчет слова «Мелар» [7], но я проверю его до появления стихов, если сонет будет напечатан, как я рассчитываю.

Как раз в настоящий момент я рассматриваю мемуар г-на Бендиксона [8] об интерполяционной формуле Гаусса. Уже двадцать лет как я владею теоремой, которая позволяет распространить эту формулу на случай кратных интегралов любого порядка.

³ Статья «Mina minner af George Eliot». В книге: «Vera Vorontzoff, berättelse ur ryska lifvet af Sonja Kovalevsky». Stockholm, 1893 (andra upplagan).

¹ «Nature», 1886, December 9, p. 132.

6/

New College Ward

18th Jan 1886

Dear Professor -

As my movement for the evening lecture will depend upon the event of Mr Phoenix joining me here, I shall feel much obliged by ^{receiving} ~~hearing from~~ you or yourself a line informing me whether I may reckon upon his joining me here in ~~the~~ December. Will you please recall to my recollection the name of the Goddess of Youth which is

Факсимиле письма Дж. Сильвестра Г. Миттаг-Леффлеру (начало)

the title of the Society to which you introduced me in Stockholm where I hoped to speak on an evening - I write on ^{another sheet} ~~the other sheet~~ a Journal which may perhaps interest you and your fellow colleagues at Kowalewski and which may probably be printed in some English journal -

Yours very truly
J. J. Sylvester

I am not quite sure about the word that a book will set that right before the lines appear if they are published as I enclose

Факсимиле письма Дж. Сильвестра Г. Миттаг-Леффлеру (продолжение)

К письму Сильвестра приложен текст сонета (перевод уже публиковался)⁴.

«New College Oxford 25 Dec^r 1886

Dear Madame Kowalevski —

I have waited before answering Your kind note of the 15-th to be able to send you a printed copy of the Sonnet in which you are alluded to at the end as the celestial Muse in which character you are compared with the terrestrial songster whom I have never heard sing but one told that she sings nicely. — I thank you very much for your photograph. My gifted Mathematical Assistant Mr Hammond exclaimed when he saw it — «Why, this is the first handsome mathematical lady, I have ever seen!» When I attain some photographs of myself I will do myself the honour to send you one — the Editor of Nature has made the promise to have one taken of which a print will appear in his journal in the course of the next few months. M. Phragmen is I trust quite happy and contented and is

«Нью Колледж Оксфорд 25 декабря 1886

Уважаемая госпожа Ковалевская —

Я задержался с ответом на Вашу любезную записку от 15-го, чтобы иметь возможность переслать Вам печатный экземпляр сонета, в конце которого упоминаю Вас в виде небесной музы и сравниваю с земной певичкой, которую я сам, правда, ни разу не слышал, но которая, как говорят, поет чудесно.

Очень благодарен за Вашу фотографию. Мой ассистент, способный математик, мистер Хаммонд [9], увидев ее, воскликнул: «Вот уже впервые вижу красивую математическую леди!» Когда у меня будут мои фотографии, я сочту за честь послать Вам экземпляр — редактор «Природы» обещал сфотографировать меня для одного из номеров своего журнала, который выйдет в ближайшие несколько месяцев.

Мистер Фрагмен, мне кажется, вполне счастлив и доволен и делает большие успехи в английском языке. Он рассказывал мне про Вашу статью для Крелля [10] и о третьем и последнем интегрируемом случае вращения [11]. Это

MUSIC AND MATHEMATICS

Sonnet

To a Young Lady about to sing at a Sunday Evening Concert in Balliol College

Fair maid! whose voice calls Music from the skies

⁴ П. Я. Полубарникова — Кочина. К биографии С. В. Ковалевской (по материалам ее переписки). «Историко-

Месяц спустя Сильвестр написал следующее письмо С. В. Ковалевской:

making rapid progress in speaking and understanding English. He has told me of Your paper for Crelle and about the 3d and last integrable case of rotation. It ought to admit of some application to my memoir in the Phil. Trans. on the same subject. A contribution of mine is to appear in the same Band «on the so-called Tschirnhausen-Transformation» in which I endeavour to do justice to the too long overlooked merits of the Swedish Professor Bring. This ought to be agreeable to my Friends in Stockholm as ex. giv. Prof. Mittag Leffler, King Oscar and others — I do hope it may give some satisfaction to those there from whom I received so much kindness. Thanking you again for Your note and photo: Believe me Yours very truly

J. J. Sylvester

I have met Profrs Darwin and Huxley and given your messages to them.

Перевод

должно найти некоторое применение в моем мемуаре в Фил. Транс. [12] на эту же тему. Моя статья «о так называемом преобразовании Чирнгаузена» [13] должна появиться в том же томе. В ней я стараюсь воздать должное заслугам шведского профессора Бринга [14]. Это должно быть приятно моим стокгольмским друзьям, таким, например, как профессор Миттаг-Леффлер, король Оскар [15] и другие. Я очень надеюсь, что это принесет некоторое удовлетворение тем, кто сделал мне столько добра.

Еще раз благодарю Вас за письмо и фотографию.

Преданный Вам Дж. Дж. Сильвестр Я встретил профессоров Дарвина [16] и Гексли [17] и передал им Ваши послания.

Экземпляр сонета, приложенный Сильвестром к письму, не сохранился. Очевидно, это был оттиск напечатанного в «Природе» варианта сонета, в котором лишь шесть строк совпадает со строками того варианта, который был приложен к письму Миттаг-Леффлеру. Вот он:

Перевод

МУЗЫКА И МАТЕМАТИКА

Сонет [18]

Молодой Даме, собиравшейся петь на вечернем воскресном концерте в Бэллиол Колледже [19]

О дева, голос чей — небес творенье — Пробился сквозь сияние луны,

математич. исследования», вып. VII, под ред. Г. Ф. Рыбкина и А. П. Юшкевича. М., Гостехтеоретиздат, 1954.

Weaving amidst pale glimpses of the moon
Tones with fresh hues of glowing fancy strewn
And soft as dew that falls from pitying eyes —

Let from their virgin fount those accents rise
That bid sad Philomel suspend her tune,
Thinking the lark doth chant his lay too soon —

Whose else that trill which with her own note vies!
To her whose star shines bright o'er Macler lake
And thee who beautifi'st glad Isis' shore
Grant! I one joint harmonious garland bind:

Thou canst with sounds our senses captive take —
She the true Muse, fond poets feigned of yore,
Strike Heaven's own lyre, Nature's o'eruling mind.

Чьи звуки свежей нежности полны,
Чье как слеза очей чудесно пенье.

Живой родник дал звуков порожденье —
И песни соловья прекращены.
Чей трелью зори вновь пробуждены,
Лишь с жаворонком ты идешь в сравненье!

Ты, чья звезда над Меларом сияет,
И та, что брег Изиды [20] украшает, —
Из звуков вам сплету венок сонетов!
Одна мелодией лишь нас пленяет,
Другая ж лирою небес бряцает,
Природу покоряя и поэтов.

Размышления на тему «Музыка и математика» продолжали и дальше занимать Сильвестра, и в 1887 г., по сообщению Р. К. Арчибалда⁵, он опубликовал еще один, по-видимому третий, вариант сонета в американском журнале⁶, достать который нам, к сожалению, не удалось.

ПРИМЕЧАНИЯ

[1] Возможно, что это был Сэмюэль Александр Хилл (1851—1890), в 1874 г. — ассистент-демонстратор, затем профессор физики и метеорологии.

[2] Лео Кенигсбергер (1837—1921) с 1882 по 1913 г. был профессором Гейдельбергского университета. Его работы относятся к теории функций, дифференциальным уравнениям и механике. В 1869 г. читал лекции в Гейдельбергском университете.

[3] Густав (Геста) Миттаг-Леффлер (1846—1927) — профессор Стокгольмского университета, привлеченный Ковалевскую к работе в этом университете.

[4] Оксфордский университет — старейший университет Великобритании, основанный в 1249 г.; в нем существует система колледжей — корпоративных учреждений, где учителя и ученики живут вместе. Каждый колледж имеет своего директора (мастера), своих профессоров и тьюторов (род репетиторов). Лекции по основным предметам читаются в университете для студентов всех колледжей. Нью-Колледж, в котором работал Сильвестр, основан в 1379 г. В 80-е годы XIX в., к которым относятся письма Сильвестра, в Оксфорде было 24 колледжа, в настоящее время их 28 (численность колледжа — 250—350 человек).

[5] Эдвард Фрагмен (1863—1937) — шведский математик, слушал лекции С. В. Ковалевской в 1884 г. Фрагмен получил степень кандидата философии и начал преподавать в Стокгольмском университете как раз в 1886 г.

[6] Общество «Идун», которое имеет в виду Сильвестр, объединяло интеллигенцию Стокгольма на литературных и музыкальных вечерах. Идун — имя богини, су-

пруги бога песен Браге, хранительницы золотых яблок юности, благодаря которым боги не стареют.

[7] Мелар или Меларен — озеро в Стокгольме: ниже, в сонете, который составляет приложение к письму Сильвестра, имеется обращение поэта к Ковалевской в строке: «К той, звезда которой сияет над озером Мелар!»

[8] Ивар Бендиксон (1861—1935) — шведский математик; слушал лекции Ковалевской в 1884 г., записывал и обрабатывал их.

[9] Джеймс Хаммонд (1850—1930) — английский профессор математики, один из последователей Сильвестра.

[10] Крелль — здесь «Журнал чистой и прикладной математики» (Jurnal für die reine und angewandte Mathematik), основанный немецким математиком Креллем (Crelle) в 1832 г. С. В. Ковалевской была в этом журнале опубликована работа «Zur Theorie der partiellen Differentialgleichungen». Berlin, 1875, Bd. 80, S. 1—32.

[11] Речь идет об открытии С. В. Ковалевской случае вращения твердого тела вокруг неподвижной точки. Работы по этому поводу были опубликованы С. В. Ковалевской позднее, в 1889 и 1890 гг., в журнале «Acta Mathematica».

⁵ R. C. Archibald. Material concerning James Joseph Sylvester. Studies and essays in the History of Science and Learning offered in Homage to George Sarton. Edited by M. B. Ashley Montagu. 31 August 1944.

⁶ Johns Hopkins University Circulars, April, 1877, v. 6, p. 86.

[12] Журнал «Philosophical Transactions», в нем опубликована статья Сильвестра и Хаммонда «О числах Гамильтона» (On Hamilton's numbers), vol. 178, 1887.

[13] В указанной выше [12] статье говорится о развитии метода Чирнгаузена, данным шведским математиком Брингом в 1786 г.

[14] Эрланд Бринг (1736—1798) — профессор университета в Лунде.

[15] Оскар II (1829—1907) — король Швеции; интересовался математикой; была учреждена премия его имени за математические работы.

[16] Джордж Дарвин (1845—1912) — математик, с 1883 г. профессор в Кембридже, сын Чарлза Дарвина.

ОБ ОДНОМ ЗАМЕЧАНИИ М. В. ОСТРОГРАДСКОГО ПО ПОВОДУ ПЕРВОЙ АКСИОМЫ ГЕОМЕТРИИ

В учебнике элементарной геометрии, написанном академиком М. В. Остроградским и изданном в 1855 г.¹, есть одно замечание методологического характера, имеющее много общего с высказываниями Н. И. Лобачевского по аналогичному вопросу. На странице 12 этого руководства Остроградский писал: «Мы допустим, что линия, совершенно определяемая условием прохождения через две данные точки, действительно существует. Такое предположение вещественное или идеальное служит основанием всей Геометрии; и так, если оно в самом деле имеет место, то Геометрия, наука основанная на нем, будет действительно, а не отвлеченною и может доставить пользу практическими приложениями, по крайней мере, когда ее основания не потребуют и впоследствии гипотез вне вещественного мира. Если же линия, о которой говорим, не существует, то как следствие гипотезы, на самом деле не имеющей места, Геометрия была бы чистым умозрением, без всяких практических приложений, что, впрочем, несколько не уменьшило бы ее достоинства, ни ее важности, как упражнение умственное, изощряющее наши способности и доставляющее пищу для самых глубоких рассуждений».

Этому замечанию Остроградский придавал, по-видимому, особое значение, поскольку счел нужным поместить его в учебном руководстве по элементарной геометрии.

В приведенном замечании М. В. Остроградского рассматривается возможный характер геометрической науки в двух случаях: 1) если линия, определяемая двумя точками, действительно существует; 2) если она не существует.

Прежде всего необходимо уточнить, что мог Остроградский подразумевать под действительным существованием линии,

[17] Томас Генри Гексли (правильнее Хаксли, 1825—1895) — естествоиспытатель, соратник Чарлза Дарвина. С. В. Ковалевская познакомилась с ним через своего мужа В. О. Ковалевского.

[18] Перевод В. С. Рыкалова.

[19] Баллиоль-Колледж — первый колледж Оксфорда, учрежден в 1262 г., назван по имени его основателя; был одним из самых богатых и аристократических колледжей.

[20] Берега Изпды — берега Темзы в Оксфорде на студенческом жаргоне.

П. Я. Полубаринова-Кочина

определяемой двумя точками. Чтобы это сделать, нужно исходить из общих научных воззрений Остроградского. По утвердившемуся мнению, философские взгляды Остроградского справедливо относятся к естественнонаучному материализму².

Сам Остроградский считал себя «полным материалистом и атеистом, признавал только то, что мог осознать, вымерять и свесить»³.

Говоря о действительном существовании линии, определяемой двумя точками, Остроградский, конечно, не мог иметь в виду существование этого объекта в непосредственном, наивном смысле, т. е. существование реального объекта, воплощающего только бесконечную одномерную протяженность в ее чистом виде и не обладающего никакими другими качествами.

Говоря о действительном существовании линии, определяемой двумя точками, материалист имеет в виду, что это понятие возникло путем отвлечения от реальной действительности.

Речь идет о физических источниках возникновения математического понятия геодезической линии, которое появилось из таких конкретных образов и практических действий, как кратчайший переход с одного места на другое, установка перекладины между двумя столбами и т. п.

² См. Г. Ф. Рыбкин. Материалистические черты мировоззрения М. В. Остроградского и его учителя Т. Ф. Остроумовского. «Успехи математической науки», 1952, т. VII, вып. 2 (48); В. В. Гнеденко. Михаил Васильевич Остроградский. «Успехи математической науки», 1951, т. VI, вып. 5 (45), стр. 17—18; В. В. Гнеденко. Михаил Васильевич Остроградский. М., Гостехтеоретиздат, 1952, стр. 264—270 и др.

³ Цит. по книге В. В. Гнеденко «Михаил Васильевич Остроградский», М., 1952, стр. 265.

Остроградский обратил внимание на значение реального существования линии, определяемой двумя точками, т. е. на связь первой аксиомы геометрии с реальным миром. Заметим, что и Лобачевский настойчиво указывал на роль опыта в установлении истинности аксиомы параллельности.

Для Остроградского как автора учебника геометрии важно было подчеркнуть, что в основу геометрии положена аксиома, имеющая вполне реальное происхождение и значение, и что лишь в силу этого геометрия и приложима к реальному миру («может доставить пользу практическими приложениями»).

Для того чтобы обратить внимание на важность реальной значимости основной аксиомы геометрии, Остроградский разъясняет, что означал бы отказ от реальных гипотез в геометрии: «Если же линия, о которой говорим, не существует, то, как следствие гипотезы, на самом деле не имеющей места, Геометрия была бы чистым умозрением, без всяких практических приложений. . .». Но почему же Остроградский не ограничился этой первой частью своего замечания, а счел нужным после слов «без всяких практических приложений» добавить: «что, впрочем, несколько не уменьшило бы ее достоинства, ни ее важности как упражнение умственное, изощряющее наши способности и доставляющее пищу для самых глубоких рассуждений»?

В эпоху Остроградского не могла еще быть отчетливо осознана относительность «умозрительного» характера отвлеченных математических теорий, мысль о том, что реальный мир простирает свою власть и над теми математическими концепциями, которые кажутся наиболее от него оторванными. Хотя тогда уже развивалась теория функций комплексного переменного, основоположником которой был один из учителей Остроградского — Коши, Остроградский не дождался до того времени, когда так называемая «наука мнимостей» получила многообразное практическое применение в трудах по гидро- и аэродинамике Н. А. Жуковского, С. А. Чаплыгина и др. Очевидно, именно поэтому Остроградский дополнил свое замечание оговоркой о научной ценности геометрии, основанной на гипотезе, «не имеющей места на самом деле». Остроградский, правда, не сказал прямо о научной ценности такой геометрии, хотя и отметил, что она может доставить пищу для самых глубоких рассуждений.

Математик-идеалист сделал бы по поводу «умозрительной» геометрии вывод о торжестве «чистого» и «свободного от тирании внешнего мира» (Пуанкаре) творения человеческого разума. Стихийный же материалист рассматривает любую, самую «умозрительную» отрасль математики как связанную в конечном счете с реальным миром; с практикой. Такова была

позиция Остроградского, который, возражая против разделения математики на чистую и прикладную, считал, что такое разделение «не является необходимым, и мы бы ничего не потеряли, обходясь без него»⁴. Остроградский предвидел, по всей вероятности, утверждение материалистической точки зрения в области математических наук, точки зрения, согласно которой любая математическая теория есть в конечном счете отражение каких-либо закономерностей реального мира.

Как Остроградский, так и Лобачевский считали, что математика даже в наиболее ее отвлеченных построениях имеет реальную значимость.

В сочинении «О началах геометрии» Лобачевский, между прочим, писал: «Как бы ни было, новая Геометрия, основанная которой уже здесь положено, если и не существует в природе, тем не менее может существовать в нашем воображении, и, оставаясь без употребления для измерений на самом деле, открывает новое, обширное поле для взаимных применений Геометрии и Аналитики»⁵.

Можно ли найти общее в приведенных выше замечаниях Остроградского и Лобачевского? Безусловно, можно.

Во-первых, Лобачевский говорит о геометрии, которая «если и не существует в природе, тем не менее может существовать в нашем воображении». Остроградский говорит о геометрии, которая являлась бы «чистым умозрением»; если бы она представляла следствие «гипотезы, на самом деле не имеющей места».

Во-вторых, Лобачевский считает, что рассматриваемая геометрия остается «без употребления. . . на самом деле». Остроградский указывает на отсутствие у предполагаемой умозрительной геометрии «практических применений».

В-третьих, Лобачевский говорит о том, что новая геометрия «открывает новое обширное поле для взаимных применений Геометрии и Аналитики». Остроградский считает, что отсутствие практических применений предполагаемой умозрительной геометрии «несколько не уменьшило бы ее достоинства, ни ее важности как упражнение. . . доставляющее пищу для самых глубоких рассуждений».

Таким образом, во взглядах Лобачевского и Остроградского на значение геометрии имеется много общего. То, что по пункту третьему Лобачевский выразился более точно и конкретно, а Остроградский в более общей и неопределенной форме, вполне понятно: Лобачевский имел в виду совершенно определенную геометрическую систему, которую он с успехом применял

⁴ Цит. по статье Г. Ф. Рыбкина «Материалистические черты мировоззрения М. В. Остроградского. . .», стр. 136.

⁵ Н. И. Лобачевский. «О началах геометрии». Полн. собр. соч., т. I, 1946, стр. 209—210.

к вычислению определенных интегралов, т. е. к «Аналитике», Остроградский же не подтвердил свою мысль ссылкой на определенную геометрическую систему и сформулировал лишь то, что присуще всем подобным системам и, в частности, геометрии Лобачевского: свойство давать нику «для самых глубоких рассуждений».

Отмеченная в высказываниях Остроградского и Лобачевского аналогия заслуживает внимания.

Для нас геометрическая система Лобачевского, непротиворечивость которой строго доказана, никоим образом не является «воображаемой»⁶.

Лобачевский же в ранний период деятельности называл свою геометрию воображаемой, тем более всем окружающим она казалась лишенной реальности.

В более поздние годы он изменил свою точку зрения, так как убедился в не-

⁶ См. В. А. Фока. Некоторые применения идей неевклидовой геометрии Лобачевского к физике. В кн.: «Некоторые применения идей Лобачевского к механике и физике» (серия «Геометрия Лобачевского и развитие ее идей»). М.—Л., Гостехтеоретиздат, 1950.

ПРИМЕЧАНИЯ

1. В отношении предположения о существовании линии, определяемой двумя точками, Остроградский допустил некоторую неопределенность формулировки: «если оно (это предположение) в самом деле имеет место, то Геометрия, наука, основанная на нем...». Едва ли Остроградский допускал, что линия, определяемая двумя точками, может не существовать в том смысле, как это указывалось выше. Скорее всего он просто допустил здесь некоторый своеобразный способ выражения, стремясь сильнее подчеркнуть ту роль, какую играет в геометрии аксиома прямой линии. Такой способ выражения был вообще свойственен Остроградскому.

Совершенно аналогично Остроградский писал о материи в «Лекциях по аналитической механике»: «Наука эта прикладная, если только материя действительно существует»⁷. По всей вероятности, Остроградский не ставил перед собой задачу доказывать существование материи. Он считал,

что существование материи является одним из необходимых постулатов механики. Подобным образом Остроградский в своем «Руководстве начальной геометрии» утверждал: «Геометрия предполагает, что мы имеем понятие о пространстве, но отнюдь не нуждается в объяснении, как оно у нас явилось»⁸.

Все подобного рода выражения, однако, не ставят под сомнение мировоззрение Остроградского, рассматривавшего и геометрию и механику с позиций естественнонаучного материализма.

2. Автор настоящей заметки понимает, что он вступил в область догадок. Тем не менее цитированное замечание Остроградского обращает на себя внимание. Его нужно довести до сведения широких кругов математиков, сделать предметом изучения и разгадать его смысл, может быть, более правильно, чем это сделал автор.

Э. К. Хилькевич
(Тюмень)

⁸ «Руководство начальной геометрии». Курс II-го общего курса. СПб., 1855, стр. 7.

⁷ М. В. Остроградский. Собрание сочинений, т. I, ч. II, 1946, стр. 5.

О КАЛЕНДАРНОЙ СИСТЕМЕ «ШОУ-ШИ», СОЗДАННОЙ ГО ШОУ-ЦЗИНОМ

В 1276 г. Кублай Хан приказал Го Шоу-цзину и его помощникам создать новую календарную систему. Выполняя этот

приказ, они изобрели и создали новые астрономические инструменты и произвели новые астрономические вычисления,

чтобы с их помощью переделать существовавшую в то время календарную систему. Кроме того, они изучили календарные системы, созданные в предшествующие династии, и сами разработали некоторые новые методы составления календарей. Календарная система Го была принята в 1281 г. и с тех пор известна как календарная система «Шоу-ши».

Сделав новые вычисления, они установили следующее:

1) Зимнее солнцестояние 1280 г. произошло в шесть Кэ (Кэ — промежуток времени, равный 1 часу 26 минутам) после полуночи на 21-й день одиннадцатого месяца.

2) Солнечный год состоит из 365,2425 средних солнечных суток. При этом Го использовал ту же константу, что и Ян Чжун-фу в календарной системе «Гуэньин» 1199 г. Следует указать, что эта константа не так близка к истинной величине, как арабская константа — 365,2421 средних суток.

3) Синодический месяц состоит из 29,530593 средних солнечных суток; аномалистический месяц состоит из 27,5546 средних солнечных суток.

4) Драконический месяц состоит из 27,212224 средних солнечных суток. Для этих вычислений Го применил те же константы, что и Чжао Чжи-вэй (династия Цзинь), который в 1180 г. разработал календарную систему «Да Мин».

Следует также отметить, что константа, которую Го принял для определения синодического месяца, ближе к истинной величине, чем соответствующая арабская константа,

$$\text{а именно: } \frac{1}{12} \left(354 + \frac{11}{30} \right) = 29,530556.$$

Го и его помощники также определили перигей и апогей луны перед зимним солнцестоянием 1280 г. Таким образом, была полностью создана основа для составления календаря.

Го превзошел своих предшественников и в определении движения солнца по эклиптике: для этого он применил интерполяционную формулу, в которую входили разности 1, 2 и 3 порядка и биномиальные коэффициенты. Это явилось шагом вперед в развитии китайской математики, в частности, в области изучения биномиальных коэффициентов и проблем рассеяния при

стрельбе. Нужно отметить также чисто алгебраический характер интерполяционного метода в противоположность греко-арабскому геометрическому методу с применением эллипсов.

Для взаимопревращения эклиптических и экваториальных координат Го разработал ряд формул, эквивалентных современным формулам сферической тригонометрии. Некоторые ученые считали, что в данном случае Го находился под влиянием арабских математиков. Автор данной статьи не разделяет этой точки зрения, так как примененный Го вывод этих формул, совершенно очевидно, является развитием типичных китайских методов деления круга. Действительно, в своих вычислениях Го не пользовался арабскими таблицами тригонометрических функций; вместо этого он применил метод приближения, что приводило к результатам менее точным, чем те, которые могли бы дать арабские таблицы. Следует даже пожалеть, что Го не учился тригонометрии у арабских математиков.

Безусловно, сведения об арабской астрономии и математике в XIII в. уже достигли Китая. Еще Яньлюй Чундай заметил, что арабские астрономы более точно определили положение пяти планет, чем китайцы. Около 1210 г. он предложил календарную систему с арабской поправкой времени (соответствующей различным местностям) к астрономическим явлениям, но и то же время метод определения положения планет оставался чисто китайским. Интересно отметить, что методы вычисления положения пяти планет в календарной системе Го то же, что и у Яньлюй Чундай, но поправки времени в его системе мы уже не находим.

Мы не пытаемся утверждать, что Го Шоу-цзин не испытывал влияния арабской астрономии, так как известно, что арабский астроном Джамал Дин приезжал ко двору монгольских императоров, а также и то, что в Китай были завезены арабские астрономические инструменты. Целью настоящей статьи было показать, что китайская система «Шоу-ши» была создана китайскими традиционными методами с некоторыми дополнениями и улучшениями, но без какого-либо влияния арабской астрономии.

Цзинь Бао-цун
(КНР)

Р. Ж. ГАЮН И ЕГО НАУЧНЫЕ СВЯЗИ С РУССКИМИ УЧЕНЫМИ

Р. Ж. Гаюн (René-Just Haüy) родился в 1743 г. в семье бедного ткача. Мальчиком поступает он певчим в монастырский хор, а позже получает духовное образование. Впоследствии, в течение двадцати с лишним лет Гаюн совмещает должности регента хора и преподавателя физики Наваррской коллегии в Париже. В 1774 г. выходит «Опыт теории структуры кристаллов» Гаюна, сразу же доставивший ему

кресло академика и кафедру в Парижском университете. В это время Гаюн принимает участие во втором издании Большой энциклопедии. Лекции его посещают П. С. Лаплас, Ж. Л. Лагранж, А. Л. Лавуазье, К. Л. Бертонье, А. Ф. Фуркруа.

Наступает революция. В 1792 г., в дни сентябрьского террора, Гаюн оказывается арестованным как клерикал. От гильотины

его спасает знаменитый зоолог Э. Жоффруа Сент-Илер (1772—1844), убедивший суд в том, что «лучше пощадить упрямого аббата, чем погубить полезного ученого». Выйдя на свободу, Гаюи становится профессором Парижского горного училища (Ecole des Mines). Кроме того, его назначают членом комиссии по установлению мер и весов. К этому времени относится создание Гаюи монументального «Курса минералогии». В 1802 г. по приказу Наполеона шестидесятилетний ученый переводится на кафедру минералогии при Музее естественной истории. По поручению Наполеона он пишет свой «Элементарный курс физики». Ему поручается также составить учебник математики. По этому поводу академик А. Н. Крылов писал: «Замечательно, что такое поручение он (Наполеон — *Авт.*) возлагает не на присяжного математика, как Лагранж, Лаплас, Фурье, Мошж, Пронж и пр., а на аббата-минералога, сумевшего внести ясность в теорию строения кристаллов, можно сказать, создав ее заново. Искость же в математике Наполеон ставил в первую голову»¹.

В период реставрации Гаюи попадает в опалу. Ему не могут простить его успеха при Наполеоне. Под различными предлогами престарелый ученый отстраняется от исполнявшихся им обязанностей.

Гаюи умер 3 июня 1822 г. в возрасте семидесяти девяти лет. Несмотря на преклонный возраст, великий ученый до конца своих дней продолжал плодотворно работать. В год смерти выходит его классический двухтомный «Курс кристаллографии» и заново переработанный «Учебник минералогии».

Основной заслугой Р. Ж. Гаюи является созданная им теория структуры кристаллов. Согласно этой теории, структурные единицы («интегрирующие молекулы») кристаллов имеют форму многогранников, а весь кристалл представляет как бы кладку из множества таких кирпичиков — молекул. Форму молекул Гаюи уподоблял форме многогранных осколков, на которые в большинстве случаев раскалываются кристаллы.

Само собой разумеется, что теория Гаюи была лишь ранней попыткой проникнуть в сущность строения кристаллов. Вскоре после опубликования его трудов появились возражения против этой теории. Однако, несмотря на это, основные выводы Гаюи, правда со значительными оговорками, лежат в основе нынешней кристаллографии².

¹ А. Н. Крылов. Мои воспоминания. Изд-во АН СССР, 1945, стр. 531.

² В 1954 г. в честь Международного конгресса кристаллографов в Париже была выбита медаль, на одной стороне которой был изображен портрет Гаюи, а на другой — его модели строения кристаллов.

Утверждения ученого о тождественности интегрирующих молекул для кристаллов одного вещества и их различия в различных веществах в переводе на современные нам понятия соответствуют первому принципу кристаллохимии о зависимости кристаллического строения от химического состава.

Незыблемым остался и знаменитый закон Гаюи — закон рациональности параметров (двойные отношения отрезков, отсекаемых любыми гранями кристалла на его ребрах, равны отношениям целых и малых чисел).

Легко установить сходство этого закона с известным законом кратных отношений Д. Дальтона (1766—1844). И это не удивительно, если вспомнить, что Гаюи и Дальтон были современниками и что оба они исходили из атомистической теории.

В России имя Гаюи издавна пользовалось широким признанием.

В 1807 г. академик В. М. Севергин в своем «Подробном словаре минералогическом» придерживался в основном кристаллографической номенклатуры Гаюи. Он писал: «А как в нынешние времена, два наипаче способа рассматривания и определения ископаемых тел, соделались, по справедливости, наиболее принятыми, то есть способ г. Вернера в рассуждении наружных признаков, и г. Гаю [Гаюи] в отношении к кристаллографии, то для вящего удовлетворения российской публики соединял я при каждом более известном ископаемом теле определения обоих сих знаменитых минералогов»³.

Во вступлении к «Словарю» содержатся следующие параграфы: первые понятия о кристаллографии Гаюи; основания наименований кристаллов по Гаюи; о знаках, употребляемых Гаюи при описании кристаллов; описание кристаллических видов ископаемых тел, извлеченное из «Минералогии» Гаюи, исправленное и дополненное по новейшим наблюдениям.

Важно подчеркнуть, что, активно пропагандируя теорию Гаюи, Севергин тем самым стал в ряды сторонников атомистической теории.

В 1824 г. выходит в свет книга профессора Петербургского университета физика Н. Щеглова «Минералогия по системе г. Гаю».

Во введении к биографии выдающегося русского минералога, автора классических «Материалов для минералогии России» Н. И. Кокшарова (1818—1892) мы читаем: «Особенно сильное впечатление произвела на Н. И. книга Гаюи (Gay. Traité de Minéralogie), с принадлежащим к ней атласом кристаллизации минералов и таблицами углов кристаллов, по измерению, сделанным самим автором. Тогда же у

³ В. М. Севергин. Подробный словарь минералогический, т. I. СПб., 1807, стр. V.

Н. И. явилась мысль создать нечто подобное для минералов России...»⁴.

В статье «Предмет Минералогии, краткая ее история, кристаллы, как настоящие индивидуумы неорганической природы» (1876) Н. И. Кокшаров писал: «Но вот является Гаюи и перед этим великим светилем меркнут почти все другие, ему предшествовавшие. Сочинение его «Essai d'une théorie sur la Structure des cristaux», изданное в 1784 г., составило блистательную эпоху для истории минералогии... Со времени Гаюи именно началась собственно вычислительная кристаллография, так как он первый применил метод строго математический для рассмотрения кристаллических форм»⁵.

Известный профессор минералогии Петербургского горного института академик П. В. Еремеев (1826—1896) в своих лекциях, как свидетельствует академик М. А. Павлов, постоянно основывался на теоретических построениях Гаюи⁶.

Учение великого русского кристаллографа Е. С. Федорова (1853—1919) о строении кристаллов, в основу которого положены параллелепидры (многогранники с попарно параллельными гранями, нацело выполняющие пространство при условии равенства, параллельности в ориентировке и смежности по целым граням), во многом родственно теории Гаюи. Е. С. Федоров высоко ценил французского ученого.

Однако, в отличие от своего предшественника, Федоров не представлял себе кристаллы в виде вплотную прилегающих друг к другу материальных элементарных многогранников. Его параллелепидры — это результат деления кристаллического пространства на равные участки, внутри которых находятся определенные группы атомов.

Высокого мнения о творчестве Р. Ж. Гаюи был выдающийся советский минералог и геохимик академик В. И. Вернадский (1863—1945). Он писал: Гаюи «... ввел в научное сознание еще две глубоких, крайне важных идеи: 1)... он утвердил в науке о кристаллах идею симметрии: он впервые заметил закономерную повторяемость определенных элементов многогранника и 2) он применил идею симметрии не только к форме многогранников, но и к физическим свойствам их, так как ясно сознавал тесную связь между той и другими. Идея о возможности познать путем изучения кристалла форму атомов, найдя, овладевши ею, новые неизвестные явления природы придавала своеобразную поэтическую окраску его

⁴ «Воспоминания Николая Ивановича Кокшарова». «Русская старина», 1890, т. 65, кн. 3, стр. 603.

⁵ «Записки Минералогического общества», 1876, т. 10, стр. 143.

⁶ М. А. Павлов. Записки металлурга. Металлургиздат, 1943, стр. 42—43.

трудам; она вдохнула жизнь в колоссальную, тяжелую, мелочную работу, сделанную в это время Гаюи и его ближайшими последователями. Гаюи сразу сделался центром научной мировой работы в этой области и все время оставался на высоте современного ему уровня науки»⁷.

Гаюи исследовал минералы, найденные на Урале и в Сибири, а также дал первые кристаллографические описания диоптаза, крокоита, хромита, сиберита (розового турмалина) и других минералов из России.

Признание научных достижений Гаюи в среде русских ученых не ограничивалось литературными высказываниями. 17 сентября 1806 г. он был избран почетным иностранным членом Петербургского минералогического общества.

Среди многочисленных учеников Гаюи были и русские ученые. В числе их был известный метеоролог и кристаллограф, член Петербургской Академии наук А. Я. Купфер (1799—1864). Особенно близок к Гаюи был талантливый русский математик и музыкант Петр Александрович Рахманов (около 1770—1813). В 1803 г. Рахманов приехал в Париж, где слушал курсы Лагранжа, Био, Лежандра и Гаюи, с которыми он и сблизился. П. А. Рахманов Гаюи доверил передачу своих трудов Петербургской Академии наук. Об этом свидетельствует сохранившееся в Архиве Академии наук СССР письмо Гаюи от 1 июня 1805 г.

«Оглашено в Конференции 28 августа 1805.
«Париж, 1-го сего июня 1805.
Гг. членам императорской С. Петербургской Академии наук.

Милостивые государи!

Благодаря моим сношениям с многими из Ваших соотечественников, я имел случай узнать, что мои труды по минералогии и физике были благосклонно приняты в России. Из всех тех наград, какие я получил за свое рвение и свои усилия, нет ни одной, которая была бы для меня более почетной и более лестной, чем этот прием в стране, где науки насаждаются с таким успехом. Всюду на них сказывается благотворное влияние знаний, распространяемых Вами, милостивые государи, в Вашем окружении; тем интересом, который могли в нем вызвать мои работы, я обязан Вам как первоисточнику. Это внушило мне желание преподнести Вам по экземпляру каждой из двух моих работ. Для пересылки Вам я пользуюсь поездкой г. Рахманова, который был столь любезен, что согласился их передать. Я имел удовольствие числить его среди слушателей моего курса по минералогии и быть свидетелем быстрых успехов, сделанных им в различных науках, которыми он занимался во время своего пребывания в Париже. Мое подношение,

⁷ В. И. Вернадский. Основы кристаллографии, ч. I. М., 1904, стр. 15.

доверенное столь достойному ученому, будет иметь большую цену и Ваших глазах и будет принято Вами с большей снисходительностью.

Примите уверения в почтительной преданности, с каковой имею честь оставаться, милостивые государи,

Ваш смиреннейший и покорнейший слуга Гаюн»⁸.

Очевидно, результатом высокой оценки этих трудов было избрание Гаюн членом Петербургской Академии наук в 1806 г.

Гаюн с большим уважением относился к научной деятельности нашей Академии, о чем свидетельствует публикуемое ниже письмо, которым он сопровождал посылку своего нового труда (очевидно, «Таблиц, сравнивающих результаты кристаллографических и химико-аналитических исследований и приложений к классификации минералов»)⁹.

«Оглашено в Конференции 7 марта 1810 в 90.
Париж, 4 сего ноября 1809.
Гг. членам Императорской С. Петербургской Академии наук.

Милостивые государи.

Имею честь препроводить Вам новый результат исследований, предпринятых мною с целью придать Минералогии ту точность, которая, как мне всегда казалось, должна быть ей свойственна. Мои усилия и стремления достигли этой цели удивлялись благодарны мысли, что, публикуя этот труд, и использую право, которым я обязан Вашей доброте — право числить среди моих знаний еще и то, каким Вы, милостивые государи, меня почтили, приняв меня в нашу знаменитую корпорацию. Примите этот знак моей благодарности и почтительной преданности, с которой остаюсь, милостивые государи,

Ваш смиреннейший и покорнейший слуга Гаюн»¹⁰.

Необходимо отметить характерное для Гаюн высказывание о его стремлении придать минералогии строгую точность.

О серьезном научном контакте между знаменитым французским ученым и его русским учеником П. А. Рахмановым свидетельствует обширная статья в виде письма к П. А. Рахманову, опубликованная в первом томе «Мемуаров Московского

общества испытателей природы». Полное название этой статьи таково:

«Ответ Гаюн, почетного члена Общества, на высказывания г. Бертолле, против его метода классификации (Химическая статистика, т. I, стр. 433 и следующую) г. Рахманову, своему ученику и члену Общества»¹¹.

В этой статье Гаюн подробно рассказывает о классификации минералов, основанной на его теории строения кристаллов. Далее он разбирает возражения, которые были выдвинуты против него известным французским химиком того времени К. Ж. Бертолле (1748—1822). Здесь таково затрагиваются вопросы, нашедшие отражение в знаменитом споре между Бертолле и Ж. М. Прустом (1753—1826). Гаюн, утверждавший, что каждому определенному веществу соответствует свой строго определенный состав, был сторонником закона постоянства состава. Бертолле выдвигал в качестве возражения наблюдения над изоморфными кристаллами. В ответе Гаюн делает попытку примирить свою теорию с новыми открытиями. Решение этого чрезвычайно важного для истории науки спора было найдено уже в наше время в работах академика Н. С. Курнакова о дальтонидах и бертоллидах и на основании результатов рентгено-структурного анализа кристаллов.

Принципиальное значение письма Р. Ж. Гаюн подчеркивается и в статье современного французского минералога М. Ж. Орсели, помещенной в специальном выпуске журнала Французского минералогического общества, посвященном двухсотлетию со дня рождения Гаюн¹².

Опубликованная в первом томе трудов Московского общества испытателей природы статья Гаюн во многом вызывает интерес и в настоящее время, представляя одну из самых замечательных в теоретическом отношении работ знаменитого французского ученого. Вместе с тем эта статья красноречиво говорит о тесных научных связях между французским кристаллографом и русскими учеными.

П. Н. Шафрановский,
Н. М. Рашкин
(Ленинград)

¹¹ Réponse de Mr. Haüy, Membre honoraire de la Société, aux objections de Mr. Berthollet, contre sa méthode de classification. Statistique chim. T. I, p. 433 et suiv. A Mr. de Rachmanoff, son élève et Membre de la Société. Mémoires de la Société Imp. des naturalistes de Moscou. Seconde édition. T. I, Moscou, 1811, p. 70—81.

¹² M. J. Orselli. Haüy et la notion d'espèce en Minéralogie. «Bull. de la Société française de Minéralogie», Paris, 1944, p. 205—300.

ИВАН АЛЕКСЕЕВИЧ КАБЛУКОВ (к 100-летию со дня рождения)

И. А. Кабуков (1857—1942) принадлежит к числу выдающихся советских химиков. Почетный член Академии наук СССР, заслуженный деятель науки, профессор Московского университета и Тимирязевской академии, И. А. Кабуков широко известен не только в нашей стране, но и далеко за ее пределами. Ученый-патриот, он отдал все свои силы и знания служению Родине.

Более чем 50-летняя деятельность И. А. Кабукова протокала в различные периоды развития науки. Он был учеником великих русских химиков Менделеева, Вутлерова и Марковникова. Около 25 лет он работал при советской власти, активно участвуя в подготовке кадров советской интеллигенции, в общественной и научной жизни страны.

В 1876 г. после окончания гимназии И. А. Кабуков поступил в Московский университет на естественное отделение физико-математического факультета.

На мировоззрение Кабукова оказали большое влияние произведение русских революционных демократов. Вспоминая гимназические годы, Кабуков впоследствии писал: «И лично и мои товарищи читали произведения таких писателей, о которых в гимназии особенно нельзя было распространяться. И лично вспоминаю, что брал в библиотеке книги Великого. Затем читал Добролюбова, которого считал своим учителем. Помню, как летом, во время каникул, и читал его «Луч света в темном царстве». Это имело для меня громадное значение»¹.

В 1880 г. за работу «Многосатомные спирты и их производные» Кабукову присудили кандидатскую степень. Он был оставлен на два года при Университете для подготовки к профессорскому званию. В 1881—1882 гг. Кабуков работал в химической лаборатории А. М. Вутлерова при Петербургском университете, где открыл новый способ получения оксиметиленов (формальдегида). С 1882 г. началась научная и педагогическая деятельность И. А. Кабукова в Московском университете: первоначально и в качестве лаборанта, а затем принят-доцента (с 1885 г.) и профессора (с 1903 г.)². В 1887 г. И. А. Кабуков защитил магистерскую диссертацию на тему: «Глицерины или трехатомные спирты и их производные», в которой были сформулированы важные положения, устанавливающие связь

между известным правилом В. В. Марковникова и термохимическими данными. Кабуков впервые установил, что теплота образования изомерных органических соединений не одинакова.

В 1889 г. Кабуков был командирован за границу с целью ознакомления с новейшими методами физической химии. Кроме того, он хотел познакомиться с устройством физических и химических лабораторий, а также осмотреть месторождения различных руд, солей и т. п.

Основным местом для работы за границей он избрал Лейпциг и связан с тем, что там работал П. Оствальд — воспитанник Дюрингского университета, профессор Ринского политехникума, один из ярких представителей нового физико-химического направления в науке.

В Лейпцигскую лабораторию П. Оствальда Кабуков приехал в то время, когда там работал и в качестве лаборанта Оствальда Г. Аррениус, известный уже тогда как автор теории электролитической диссоциации. Между И. А. Кабуковым и Г. Аррениусом завязались дружеские отношения, не прекращавшиеся до самой кончины последнего (1927).

В лаборатории Оствальда под непосредственным руководством Аррениуса И. А. Кабуковым было выполнено исследование электропроводности неводных растворов — («Электропроводности хлористого водорода в различных растворителях»³), положившее начало целой серии работ Кабукова, посвященных изучению природы неводных растворов.

В научном творчестве И. А. Кабукова работы по растворам занимают ведущее место. В этой области им внесен наиболее крупный вклад в науку.

В то время, когда Кабуков начал работать по растворам, особенно полное развитие получили два направления в изучении природы растворов. Долгое время химики и физики придерживались того мнения, что растворение нужно рассматривать как химический процесс, т. е. что растворение происходит при участии едкого химического соединения и что растворы представляют собой нестойкие соединения между растворителем и растворенным веществом. Но после работ Вант-Гоффа и Аррениуса многие ученые стали рассматривать растворы с физической точки зрения. С этого момента произошло особенно резкое деление ученых на два лагеря. Одни ученые исследовали большей частью концентрированные растворы, где

¹ Архив АН СССР, ф. 474, оп. 1, № 20-а.

² С 1890 г. И. А. Кабуков — профессор неорганической и аналитической химии Московского сельскохозяйственного института.

³ I. K a b l u k o f f. Über die elektrische Leitfähigkeit von Chlorwasserstoff in verschiedenen Lösungsmitteln. «Z. phys. Chem.», 1889, Bd. 4, S. 429—434.

⁸ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 3, № 74, л. 358—359 об. Перевод Т. Н. Кладко.

⁹ П. J. Haüy. Tableau comparatif des résultats de cristallographie et de l'analyse chimique relativement à la classification des minéraux. Paris, 1809.

¹⁰ Архив АН СССР, ф. 1, оп. 2 (1810), № 8, л. 1. Перевод Т. Н. Кладко.

в процессе растворения явно замечалось проявление химического взаимодействия между растворенным веществом и растворителем. Другие исследовали разбавленные растворы, которые, по их мнению, представляли простую механическую смесь частиц растворенного вещества и растворителя, в типичнейших случаях, настолько индифферентных друг к другу, что растворитель служил лишь пространством, в котором растворенное вещество могло принимать состояние, подобное газообразному. Развитие этих направлений шло в непрерывной борьбе между сторонниками обеих теорий.

Вначале казалось, что химическая теория растворов находится в непримиримом противоречии с физической теорией растворов, но дальнейшими исследованиями было показано, что такое мнение нельзя признать справедливым.

Как отмечал Д. И. Менделеев, нет никакого основания делать различие между физическими и химическими явлениями. Разрабатывая преимущественно химическую теорию растворов, Менделеев считал, однако, необходимым согласовать химические и физические представления о растворах. Это казалось ему «тем более возможным, что физическая сторона ограничивается лишь одними слабыми растворами, а химическая занимается преимущественно крепкими растворами»⁴.

Эта точка зрения Менделеева, так же как его идея о том, что растворы представляют собой сложную систему, состоящую из совокупности соединений растворителя с растворенным веществом, находящихся на различной стадии диссоциации, хорошо была известна И. А. Каблукову, когда он поехал в Лейпциг к Оствальду. Несомненно, что общение с Оствальдом и Аррениусом, творческий энтузиазм, которым жила Лейпцигская лаборатория, блестящий успех физической теории растворов Вант-Гоффа и теории электролитической диссоциации оказали сильное влияние на И. А. Каблукова. Став активным сторонником нового направления в изучении природы растворов, Каблуков, однако, не забыл основные положения теории растворов Д. И. Менделеева. В лице И. А. Каблукова и В. А. Кистяковского мы видим как раз ученых, которые старались найти и нашли пути объединения химической теории растворов и теории электролитической диссоциации.

После работы Аррениуса, Вант-Гоффа, Оствальда наблюдалось сильное увлечение водными и притом разбавленными растворами, что не могло не привести к одностороннему развитию учения о растворах. Долгое время считалось почти общепризнанным, что растворы электролитов в неводных растворителях не обладают значительной электролитической проводимостью, так как они в этих растворителях не диссоциированы. Об этом не раз говорили Аррениус, Оствальд и другие физико-химики. Но было ли правильным это широко распространенное в 80—90-х годах прошлого века мнение об исключительной роли воды, занимающей благодаря ее специфическим физическим и химическим свойствам обособленное место среди растворителей?

Этот вопрос требовал решения. На первый план выступало изучение влияния неводных растворителей на процессы диссоциации электролитов. Для дальнейшего развития учения о растворах важно было знать, можно ли распространить на область неводных растворов те закономерности, которые были найдены при изучении водных растворов.

В 1889—1891 гг. появились работы И. А. Каблукова, посвященные измерению электропроводности растворов электролитов в органических растворителях. В статье, опубликованной в 1889 г., Каблуков отмечал, что «изучение электропроводности различных растворов представляет немалый интерес для химика, в особенности после работ проф. Оствальда, Аррениуса и др., указавших на тесное соотношение между электропроводностью растворов и другими их физическими и химическими свойствами. Ввиду этого мне казалось небезынтересным изучение электропроводности различных солей и кислот в спиртовых растворах»⁵.

Заинтересовавшись решением вопроса о том, как влияет природа растворителя на свойства кислот, Каблуков исследовал электропроводность хлористого водорода в различных растворителях (бензол, ксилол, гексан, эфир, метиловый, изобутиловый, амиловый спирты). Определяя молекулярную электропроводность растворов HCl в эфире, Каблуков нашел, что она очень незначительна и уменьшается с разведением. «Явлению, — писал Каблуков, — неожиданное, так как для большинства водных растворов наблюдается обратное. Подобное уменьшение молекулярной электропроводности показывают также... растворы HCl в изоамилном спирте»⁶. Эти полученные им экспериментальные данные шли вразрез с положением, установленным Коллеушем, Аррениусом, Оствальдом и другими учеными, о том, что молекулярная электропроводность увеличивается с разведением раствора.

Каблуков, таким образом, впервые обнаружил явление аномальной электропроводности в неводных растворах. Открытие аномальной электропроводности показало, что чисто физическая трактовка природы растворов недостаточна и что химизм своеобразного взаимодействия между растворенным веществом и растворителем, которое подчеркивалось Д. И. Менделеевым, накладывает яркий отпечаток на физико-химические свойства растворов. Каблуков отмечал, что «нельзя смотреть на растворитель как на среду, индифферентную к растворенному телу, а нужно принять некоторое химическое воздействие между растворенным телом и растворителем»⁷. По мнению Каблукова, при растворении электролита в воде частицы его как бы вторгаются внутрь частиц электролита и расшатывают связь между атомами. Разлагая молекулы растворенного вещества, вода образует с ионами непрочные соединения, находящиеся в состоянии диссоциации.

В 1891 г. Каблуков закончил докторскую диссертацию «Современные теории растворов (Вант-Гоффа и Аррениуса) в связи с учениями о химическом равновесии». Основные положения диссертации И. А. Каблукова можно кратко сформулировать так:

- 1) открыто явление аномальной электропроводности,
- 2) высказаны представления о диссоциирующей силе растворителей,
- 3) заложены основы для развития электрохимии неводных растворов,
- 4) высказана плодотворная идея о гидратации ионов, что содействовало сближению теории растворов Вант-Гоффа—Аррениуса с учением о растворах Д. И. Менделеева.

В этой диссертации впервые в русской научной литературе были изложены в систематической форме теории Вант-Гоффа и Аррениуса, а также экспериментально исследовался вопрос об электропроводности кислот в неводных растворах. Эта работа значительно содействовала признанию теории электролитической диссоциации в России.

Исходя из теории электролитической диссоциации, Каблуков не разделял довольно распространенного в то время взгляда, согласно которому растворы являлись как бы физической смесью и представляли только среду, в которой могли свободно двигаться ионы.

В своей диссертации он указал на различие между взглядом Аррениуса и тем, который можно развить, основываясь на теории Д. И. Менделеева. Каблуков писал: «По нашему мнению, вода, разлагая молекулы растворенного тела, входит с ионами в непрочные соединения, находящиеся в состоянии диссоциации; по мнению же Аррениуса, ионы свободно двигаются, подобно тем отдельным атомам, которые происходят при диссоциации молекул галоидов... при высокой температуре»⁸.

В заключение диссертации, формулируя главный вывод своего исследования, Каблуков писал, что «на раствор одного тела в другом следует смотреть, как на такую среду, в которой находится смесь различного рода продуктов химического взаимодействия между растворителем и растворенным телом. Растворитель, действуя на растворенное тело, изменяет его физические и химические свойства, и от величин взаимодействия между растворенным телом и растворителем зависят все свойства раствора»⁹.

Во втором выпуске «Основных начал физической химии», появившемся в 1902 г., Каблуков отмечал: «Теорию электролитической диссоциации очень часто противопоставляют так называемой химической теории растворов или гидратной, одним из творцов которой является Д. И. Менделеев. Такое противопоставление, по нашему мнению, неправильно: в будущей, более полной теории растворов обе теории сольются»¹⁰.

Каблуков принимал деятельное участие в пропаганде и развитии новых идей, которые популяризировал путем издания научных работ, составления руководств и, наконец, выступлений с докладами на диспутах в научных обществах, в которых он защищал основные положения физической теории растворов и теории электролитической диссоциации. Так, в журнале «Русская мысль» за 1891 г. (февраль) была опубликована статья Каблукова «Современная теория растворов», которая имела большое значение для популяризации физической теории растворов Вант-Гоффа—Аррениуса. В 1900 г. в этом журнале он опубликовал «Очерки из истории электрохимии за XIX век» и др.

В 1891 г. Каблуков впервые высказал мысль, что растворы какого-либо вещества в сложном растворителе должны обладать свойствами, отличными от свойств растворов того же вещества в простом растворителе, вследствие неодинакового отношения растворенного вещества к составным частям сложного растворителя. В результате этого нарушается взаимная связь этих частей, происходит вытеснение одного компонента из соединения его с другим, что должно влиять и на физические свойства рассматриваемого раствора, например на упругость и состав пара»¹¹.

И. А. Каблукову принадлежат ценные термодинамические исследования. В 1893—

1894 г. Каблуков опубликовал работу «О влиянии температуры на растворимость газов»¹².

В заключение диссертации, формулируя главный вывод своего исследования, Каблуков писал, что «на раствор одного тела в другом следует смотреть, как на такую среду, в которой находится смесь различного рода продуктов химического взаимодействия между растворителем и растворенным телом. Растворитель, действуя на растворенное тело, изменяет его физические и химические свойства, и от величин взаимодействия между растворенным телом и растворителем зависят все свойства раствора»⁹.

Во втором выпуске «Основных начал физической химии», появившемся в 1902 г., Каблуков отмечал: «Теорию электролитической диссоциации очень часто противопоставляют так называемой химической теории растворов или гидратной, одним из творцов которой является Д. И. Менделеев. Такое противопоставление, по нашему мнению, неправильно: в будущей, более полной теории растворов обе теории сольются»¹⁰.

Каблуков принимал деятельное участие в пропаганде и развитии новых идей, которые популяризировал путем издания научных работ, составления руководств и, наконец, выступлений с докладами на диспутах в научных обществах, в которых он защищал основные положения физической теории растворов и теории электролитической диссоциации. Так, в журнале «Русская мысль» за 1891 г. (февраль) была опубликована статья Каблукова «Современная теория растворов», которая имела большое значение для популяризации физической теории растворов Вант-Гоффа—Аррениуса. В 1900 г. в этом журнале он опубликовал «Очерки из истории электрохимии за XIX век» и др.

В 1891 г. Каблуков впервые высказал мысль, что растворы какого-либо вещества в сложном растворителе должны обладать свойствами, отличными от свойств растворов того же вещества в простом растворителе, вследствие неодинакового отношения растворенного вещества к составным частям сложного растворителя. В результате этого нарушается взаимная связь этих частей, происходит вытеснение одного компонента из соединения его с другим, что должно влиять и на физические свойства рассматриваемого раствора, например на упругость и состав пара»¹¹.

И. А. Каблукову принадлежат ценные термодинамические исследования. В 1893—

⁸ Там же, стр. 86.

⁹ Там же, стр. 215.

¹⁰ И. А. Каблуков. Основные начала физической химии. Вып. 2 (Электрохимия), М., 1902, стр. 85—86.

¹¹ В 1900 г. к аналогичному заключению пришел М. С. Вревский.

⁴ Д. И. Менделеев. Соч., т. IV, Л., 1937, стр. 530.

⁵ I. Kablukoff. «Z. phys. Chem.», 1889, Bd. 4, S. 429.

⁶ И. А. Каблуков. Современные теории растворов (Вант-Гоффа и Аррениуса) в связи с учениями о химическом равновесии. М., 1891, стр. 130.

⁷ Там же, стр. 134.

1898 г. он, совместно с В. Ф. Лугининым, произвел измерения теплоты реакций при соединении брома к некоторым непредельным соединениям.

Термохимическими исследованиями И. А. Каблуков занимался в 1927—1930 гг., когда им с сотрудниками были произведены измерения теплоты сгорания галогеносодержащих органических соединений.

В 1931 г. Каблуков опубликовал учебник по термохимии, который в 1934 г. вышел вторым изданием.

И. А. Каблуков всю свою жизнь интересовался природными богатствами нашей страны, химической промышленностью, перерабатывающей эти богатства. Труды Каблукова по технической химии были посвящены главным образом трем вопросам: 1) химической переработке минерального сырья на удобрения, соли, редкие элементы и другие продукты; 2) физико-химическому изучению некоторых производственных процессов; 3) химии меда и воска.

И. А. Каблуков — автор широко известных учебников и монографий по химии. Он издал первое русское оригинальное учебное руководство «Основы начала физической химии»¹² и «Основы начала неорганической химии» (в 1900 г.), служившие пособием не одному поколению русских химиков.

Каблуков воспитал многочисленные кадры советских специалистов — химиков, работников сельского хозяйства.

В 1892—1893 гг. Каблуков, впервые в Московском университете, прочитал курс электрохимии. В период с 1893 по 1906 г. он вел общий курс физической химии. В последующие годы Каблуков читал избранные главы из общей (неорганической и физической) химии. В лаборатории неорганической химии А. И. Сабанеева

¹² Вып. 1, 1900; вып. 2, 1902; вып. 3, 1910.

К ИСТОРИИ ПЕРВЫХ ХИМИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

В своей обстоятельной статье по истории химических знаков Вальден¹ только дважды упоминает о химических уравнениях. Он отмечает, что в 1772 г. Лавуазье еще при помощи старых химических знаков сложных веществ впервые стал писать уравнения, выражающие количественную сторону химических реакций. Затем Вальден говорит уже о химических уравнениях

¹ P. Walden. Zur Entwicklungsgeschichte der chemischen Zeichen. В кн. «Studien zur Geschichte der Chemie». Festgabe Edmund O. v. Lippmann. Berlin, 1927, S. 80.

Каблуков впервые в Московском университете организовал практические занятия по физической химии, а также (с 1895 г.) по неорганической химии.

Ученый отдал много сил просвещению русского народа, делу пропаганды и популяризации естественнонаучных знаний.

И. А. Каблукову принадлежит ряд интересных работ, посвященных жизни и деятельности русских и иностранных химиков — М. В. Ломоносова, А. М. Бутлерова, В. В. Марковникова, В. Ф. Лугинина, А. Л. Лавуазье, М. Бертоло и др.¹³ И. А. Каблуков был среди лучшей части старой научной интеллигенции, которая сразу после Великой Октябрьской социалистической революции перешла на сторону рабочего класса и стала участвовать в социалистическом строительстве.

Вся долгая плодотворная жизнь И. А. Каблукова была подчинена беззаветному служению науке и своему народу. Его многогранная деятельность, преданность науке, патриотизм, стремление быть активным и полезным гражданином своей родины привлекали к нему большую любовь и широкую известность среди советского народа.

Ю. И. Соловьев

¹³ См. работы И. А. Каблукова: «Михаил Васильевич Ломоносов», «Ломоносовский сборник». Материалы для истории развития химии. М., 1901, стр. 20—47; «Владимир Васильевич Марковников». Биографические сведения и краткий очерк научных работ. «Отчет Московск. ун-та за 1904», стр. 1—31, ЖРФХО, 1905, т. 37, стр. 247—303; «Владимир Федорович Лугинин» (Некролог). В кн. «Отчет о состоянии и действии Московского университета за 1911 год». М., 1912, стр. 92—125; «Владимир Федорович Лугинин». М., 1912; «Работы Лавуазье по физике». В кн. «В память Лавуазье», М., 1894, стр. 23—36; «Работы М. Бертоло по термохимии». В кн. «М. Бертоло. 1827—1927». Л., АН СССР, стр. 32—82.

в «Handbuch der Chemie» Либиха (1837—1843). Уравнения Лавуазье не были атомистическими, и, очевидно, последние были введены до издания руководства Либиха, но кем и когда? На эти вопросы историки химии, так же как и Вальден, не отвечают. Тем более не было попыток выяснить, когда и кем они были введены в России. Мы пытаемся дать предварительный ответ на оба эти вопроса, насколько окончательный вывод может быть сделан лишь в результате изучения всей химической литературы конца XVIII и начала XIX столетия. Вопрос о химических уравнениях до введения Берцелиусом

буквенных химических знаков мы оставим открытым.

Буквенные химические знаки элементов Берцелиус предложил в 1813 г. и при их помощи строил дуалистические формулы химических соединений. Более подробно свою систему химических знаков и формул он изложил в 1818 и в 1819 гг.² Однако химическими уравнениями Берцелиус, по-видимому, не пользовался, в частности, потому, что уже сами дуалистические формулы изображали реакции образования и распада веществ.

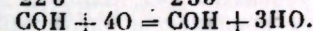
Впервые химические уравнения с новыми знаками, насколько можно было установить, стал употреблять Дёберейнер в начале 20-х годов XIX в. Например, окисление винного спирта в уксусную кислоту с выделением воды он изображал следующим образом³:

² В начале 1819 г. академик А. Шерер в своем журнале, издававшемся на немецком языке в Петербурге, также опубликовал таблицу знаков, введенных для более удобного изображения состава минералов (Allg. Nord Ann. d. Chem., 1819, 2, 47). В отличие от Берцелиуса, строившего свою систему знаков на основе сокращения главным образом латинских названий химических элементов, Шерер пользовался сокращением немецких названий. Петербургским академиком были предложены следующие знаки элементов: С — церий (Cerium), Е — железо (Eisen), Кб — кобальт (Kobalt), Кр — медь (Kupfer), М — марганец (Mangan), Schw — сера (Schwefel), Тт — тантал (Tantal), Wf — вольфрам (Wolfram), Z — олово (Zinn), Zk — цинк (Zink). Окиси обозначались знаками: ChO — окись хрома (Chromoxyd), UO — окись урана (Uranoxyd), EO — окись железа (Eisenoxyd), EOd — закись железа (Eisenoxydul) и т. п. Для других окисей, а также солей и кислот в качестве знаков были применены сокращения распространенных названий, например: Bt — окись бария (Baryt), FS — плавиковая кислота (Flußspathsäure), Kk — известь (Kalk), KS — угольная кислота (Kohlensäure), SS — соляная кислота (Salzsäure), SchwS — серная кислота (Schwefelsäure), Tk — окись магния (Talkerde), W — вода (Wasser). В ту же таблицу Шерер включил, однако, и такие знаки, как Fl — летучие части (Flüchtige Theile) и Vl — потеря (Verlust). Вальдену и другим авторам (см. V. Cordier, Die chemische Zeichensprache einst und jetzt, Graz, 1928; R. M. Caven, J. A. Cranston, Symbols and Formulae in Chemistry. An Historical Study. London a. Glasgow, 1928) оригинальная система химических знаков Шерера, по всей вероятности, осталась неизвестной.

³ J. W. Döbereiner. Zur pneumatischen Chemie, Th. 4, Jena, 1824, S. 70.

226

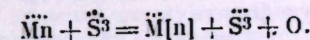
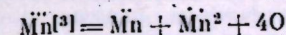
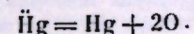
233



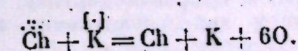
В формулах Дёберейнера знаки элементов соответствуют эквивалентным весам последних, а формула «безводной» уксусной кислоты⁴ написана в соответствии с представлением о составе кислот, распространенным в первой половине XIX столетия. Принципиальное отличие эквивалентных формул Дёберейнера от атомистических формул Берцелиуса и других химиков в начале 20-х годов заключалось в том, что последние учитывали в известной степени объемные отношения при соединении газообразных тел, аналогично химическим свойствам и отчасти изоморфизму.

Впервые уравнения с атомистическими формулами встречаются в 1826 г. в одной из статей Дюма⁵, а затем в следующем году ими пользуется в своем курсе химии Тенар⁶. Разнообразное применение они находят в вышедшем в России в 1827 г. руководстве по теоретической химии Озанна⁷. В формулах Озанна, как это было предложено Берцелиусом, знаки кислорода в окислах иногда заменялись точками над знаком элемента, соединенного с кислородом, вода обозначалась в некоторых случаях сокращенно Aq (Aqua), для хлора Озани употреблял знаки Ch, Cl и C, для азота — A, для натрия — N. Знаки марганца, калия, натрия и некоторых других металлов у Озанна соответствуют атомным весам вдвое больше действительных; таких атомных весов придерживался Берцелиус с 1826 г. В приведенных ниже формулах в квадратные скобки заключены знаки, отсутствующие в оригинале, вероятно, в результате опечаток.

Приводим реакции получения кислорода из окиси ртути, двуокиси марганца (двумя способами) и бертолетовой соли⁸:



Последнее уравнение показывает разложение двуокиси марганца в присутствии серной кислоты:



⁴ Т. е. ее ангидрида.

⁵ J. B. Dumas. Ann. chim. phys., 1826, v. 33, p. 337.

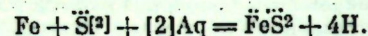
⁶ L. J. Thenard. Traité de chimie élémentaire..., t. 1—2, Bruxelles, 1827.

⁷ «Handbuch der theoretischen Chemie. Zum Behufe seiner Vorlesungen entworfen Dr. G. W. Osann», Bd. 1, Dorpat, 1827.

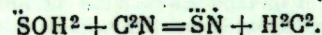
⁸ Там же, стр. 97.

В этом уравнении (по только в этом) и для хлора принимается удвоенный атомный вес по сравнению с действительным.

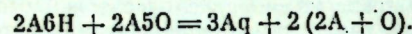
Получение водорода действием железа на «водную» серную кислоту изображается уравнением⁹



Следующее уравнение¹⁰ иллюстрирует реакцию двойного обмена между серной кислотой и хлористым натрием:

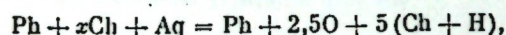


В дуалистических формулах Озани пишут составные части соединения иногда вместе ($\text{S}^{\text{OH}}\text{H}^2$, FeS^2), а иногда, как и Берцелиус, соединяет их знаком плюс ($\text{S} + \text{Aq}$ или $\text{Ch} + \text{K}$). Формулы Озани, как правило, по эмпирическому составу соответствуют современным. Исключение представляет формула азотнокислого аммония в уравнении его разложения с образованием закиси азота¹¹:



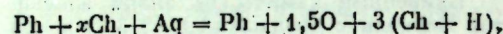
Разнобой в численных значениях атомных весов и в написании знаков и формул говорит о том, что это были первые опыты использования введенной Берцелиусом символики для пояснения химического процесса формулами, как называет Озани свои химические уравнения. Тем не менее Озани пользуется такими уравнениями не только для выражения химических реакций, но также для решения стехиометрических задач и, по-видимому, делает это впервые в истории химии.

Состав двух известных соединений фосфора с хлором Озани определяет следующим образом. Одно соединение дает с водой фосфорную и соляную кислоты. «Полагая, — писал Озани, — что в соединении хлора с фосфором содержится один атом фосфора, получим для числа атомов хлора, соединенных с фосфором, следующую формулу:



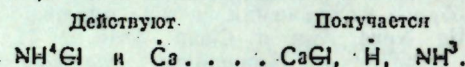
откуда $x=5$ ат. хлора. Это соединение состоит, следовательно, из 1 ат. фосфора и 5 ат. хлора¹². Второе соединение, «будучи погружено в воду, постепенно превра-

щается в соляную кислоту и фосфористую кислоту. Формула для этого разложения:

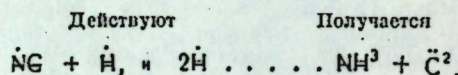


откуда следует, что соединение имеет состав $\text{Ph} + 3\text{Ch}$ ¹³.

Следующий шаг на пути использования атомистических уравнений для выражения химических реакций был сделан в России Г. И. Гессом. Широкое применение эти уравнения нашли в его учебнике «Основания чистой химии»¹⁴, первое издание которого в двух частях вышло в свет в 1831 и 1833 гг. Этот исторический факт имеет тем большее значение, что книга Гесса неоднократно переиздавалась и была основным учебным пособием по химии в России в 30-х и 40-х годах XIX в. Большинство химических процессов Гесс выражал при помощи атомистических уравнений, которые имели довольно своеобразную форму. Так, получение аммиака из хлористого аммония и окиси кальция Гесс выразил следующим образом (перечеркнутые знаки соответствуют двум атомам):¹⁵



Всего Гесс приводит несколько десятков подобных уравнений, применяя их для выражения реакций и между органическими телами. Так, гидролиз циановой кислоты был представлен следующим образом:¹⁶



Таким образом, 1827 год следует считать годом введения атомистических химических уравнений в учебную химическую литературу (Озани и Тенар), датой первого применения их для решения стехиометрических задач (Озани) и, наконец, так как Озани в это время был профессором Дерптского университета, — датой появления первых химических уравнений в России; а 1831 год следует считать датой выхода первого учебника химии на русском языке, в котором были использованы химические уравнения (Гесс).

Г. В. Быков, В. И. Курпиной

⁹ «Handbuch der theoretischen Chemie...», S. 128.

¹⁰ Там же, стр. 134.

¹¹ Там же, стр. 142.

¹² Там же, стр. 126.

¹³ Там же, стр. 127.

¹⁴ Г. И. Гесс. Основания чистой химии, ч. 1—2. СПб., 1831—1833.

¹⁵ Там же, ч. 1, стр. 80.

¹⁶ Там же, ч. 1, стр. 125.

Д. И. МЕНДЕЛЕЕВ И ВОПРОСЫ РАДИОАКТИВНОСТИ

(по материалам архива Д. И. Менделеева)

Цель настоящего сообщения — осветить мало известную сторону научной деятельности Д. И. Менделеева, связанную с проблемой радиоактивности.

Д. И. Менделеев по достоинству оценил значение открытия радиоактивности, назвав его «блистательнейшим», и высказал в то же время свое мнение, что «радиоактивность можно считать свойством или состоянием, в которое могут прийти довольно разнообразные (но едва ли всякие) вещества, подобно тому, как некоторые тела могут быть намагничены... Мне кажется затем вероятным, что радиоактивность связана со свойством вещества поглощать из окружающего пространства и выделять в него особое, еще неизвестное вещество, быть может, близкое к тому, которое образует мировой эфир и пронизывает все тела»¹.

Таким образом, Менделеев не считал радиоактивность свойством, присущим от природы лишь некоторым элементам — урану, торию, радью. Радиоактивность может быть приобретена и другими элементами, которые в природе обычно встречаются в нерадиоактивном состоянии.

При изучении материалов архива Д. И. Менделеева при Ленинградском государственном университете нам удалось обнаружить ряд до сих пор неизвестных документов, по-новому освещающих отношение Д. И. Менделеева к открытию радия и исследованию явления радиоактивности.

Об открытии радия Д. И. Менделееву сообщил также один из его ближайших учеников И. Г. Богусский — двоюродный брат Марии Кюри. Богусский писал: «Сестра моя [двоюродная] г-жа Кюри-Скłodовская [Curie-Skłodowska] открыла два элемента: радий и полоний. Первый несомненный; я получил уже рисунок его спектра, но второй [полоний] труднее изолировать. Аналитически он близок к висмуту. Может быть, он окажется экасурьмой. Радий похож на барий в аналитическом смысле, а все его соединения испускают огромное количество вторичных лучей Х. Если бы радий оказался в той же группе, что барий, то, может быть, он составил бы первый элемент в соответствующем ряду. Углекислый радий довольно ярко светит в темноте и вызывает фосфоресценцию платиносиноеродистого бария»².

Отметим, между прочим, что первые навыки в физико-химическом эксперименте Мария Кюри получила в лаборатории

¹ Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, 1934, стр. 462.

² И. Г. Богусский — Д. И. Менделееву. Письмо (без даты). НАМ ЛГУ. (Науч. архив Д. И. Менделеева при Ленингр. Гос. ун-те), 1-25-1-В-20*.

И. Г. Богусского в «Музее промышленности и сельского хозяйства» в Варшаве³.

Впоследствии Д. И. Менделеев сам знакомится с опытами А. Беккереля, Марии и Пьера Кюри в Париже, о чем имеется заметка в записной книжке Д. И. Менделеева (1902): «16 [29 втор]ник в 3 ч. у Беккереля [Jardin de Plantes] с M^{r} et M^{me} Curie. Все что можно радиоактивного видел. Radium=223. Очень характерно, важно, но не ясно. Отчего содейств[ует] разряду, ZnS светит...»⁴. О личном знакомстве с опытами Кюри Д. И. Менделеев говорит также в статье «Попытка химического понимания мирового эфира»⁵.

В личной библиотеке Д. И. Менделеева имеется довольно много книг по вопросу радиоактивности, в частности, работы М. Кюри, Беккереля, русский перевод книги Ф. Содди «Радиоактивность» (СПб., 1905), а также статья Гизеля и др.

Заинтересовавшись статьей Гизеля «О радии и радиоактивных веществах»⁶, Менделеев пишет ему письмо с просьбой оказать содействие в получении некоторого количества бромистого радия. Менделеев указывает: «Проблема так интересна, что мне бы желательно было сделать несколько наблюдений с препаратами, заведомо гарантированными». Далее Менделеев дает оценку открытию Гизелем радиоактивного газа, получающегося при распаде радия: «Ваше указание о получении радио[активного] газа представляет по[моему] мнению величайший научный интерес»⁷.

Гизель незамедлительно отвечает Д. И. Менделееву (24 ноября 1902 г.) обстоятельным письмом, в котором рассматривает свойства имеющегося в его распоряжении препарата радия. Он пишет: «Беккерелевское излучение препарата соответствует содержащемуся в нем количеству радия; оно, следовательно, имеет в данном случае максимальное значение. Точной меры [излучения] не существует, можно, однако, воспользоваться, например, ме-

³ Е. Кюри и П. Жюль. Жизнь Марии Кюри. М.—Л., 1944, стр. 18.

⁴ Б. М. Кедров. Д. И. Менделеев и зарубежные славянские ученые. Сб. «Материалы по истории отечественной химии», т. I. М., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 109.

⁵ Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, 1934, стр. 495.

⁶ F. Giesel. Ueber Radium und radioactive Stoffe. «Ber. deutsch. Ch. Ges.», Bd. 35, 1902, № 17, S. 3608—3611.

⁷ Д. И. Менделеев — проф. Ф. Гизелю. Черновая копия письма (от 7/20 ноября 1902 г.). ЦГИАЛ, ф. 28, т. 1, N 294.

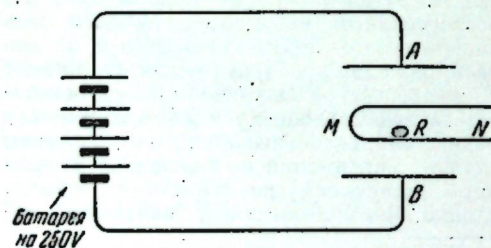
ниюющей электропроводностью воздуха, или действием на фотоластинку, или, наконец, фосфоресценцией платиносиеродистого бария. Миллиграмм чистого бромистого радия имеет цену 8 марок. 0,05 г будет совершенно достаточно для исследования, с 0,005 г уже можно ставить очень хорошие физические исследования⁸. Требуемое количество бромистого радия было, вероятно, доставлено Д. И. Менделееву в 1903 г. Можно также предполагать, что после получения препарата бромистого радия Д. И. Менделеев поручил произвести опыты над этим препаратом одному из своих лаборантов в Палате мер и весов М. В. Иванову, хорошо знакомому с электрическими измерениями.

В архиве Д. И. Менделеева при ЛГУ имеется отчет М. В. Иванова о работе над радием, содержащий данные об опытах, произведенных с 21 декабря 1903 по март 1904 г.

По свидетельству личного секретаря Д. И. Менделеева А. В. Скворцова, И. В. Иванов исследовал процесс излучения и сильно обжог при этом руки.

Отчет М. В. Иванова под названием «Наблюдения над разрядной способностью радия»⁹, составленный по типу обычных отчетов лаборантов Д. И. Менделеева, представляет значительный интерес. Основная цель опытов, по-видимому, состояла в изучении влияния внешних условий на ход радиоактивного распада.

О проведении опытов М. В. Иванов писал следующее: «Для определения разрядной способности радия служила следующая установка. Полусы батарей с напряжением около 250 вольт сообщались с пластинами А и В, тщательно изолированными [см. рисунок — *Авт.*].



Между пластинами помещалась трубка MN с радием R, сообщавшаяся с насосом.

⁸ Ф. Гизель — Д. И. Менделееву. Письмо (от 24 ноября 1902 г.). НАМ ЛГУ, 3 альб., д. 536.

⁹ М. В. Иванов. Наблюдения над разрядной способностью радия (1903—1904, рукопись отчета). НАМ ЛГУ, II-A-17-21-1.

При нахождении трубки MN между пластинками А и В через воздух проходил ток, силой которого измерялась разрядная способность радия.

Разрядная способность радия измерялась в следующих условиях:

- 1) Радий находился в трубке под обыкновенным давлением.
- 2) Радий находился в пустоте.
- 3) Радий находился в пустоте и нагревался до 100° С.
- 4) Радий нагревался под обыкновенным давлением до 100° С без высушивания.
- 5) Радий подвергался сильному высушиванию и нагреванию до 100° С.

Давление воздуха в трубке с радием после выкачивания не превосходило 0,0001 мм¹⁰.

В результате опытов установлено, что «пребывание радия в пустоте» и «нагревание» не влияют на «разрядную способность», т. е. на радиоактивные свойства. С другой стороны, на разрядную способность влияет выпуск воздуха или нагревание в открытом сосуде, в результате чего разрядная способность падает, что связано, как нам теперь ясно, с утечкой эманации.

Описание опытов дано недостаточно подробно, и сейчас трудно представить точную количественную картину наблюдавшейся ионизации, так как остается неясной степень радиоактивного равновесия, утечка эманации и т. д.

Разумеется, нет необходимости в настоящее время детально истолковывать каждый отдельный опыт. Важно, как нам кажется, другое. Постановка этой экспериментальной работы была связана с исследованием влияния внешних факторов на скорость радиоактивного распада. Из полученных данных Д. И. Менделеев не мог не сделать вывода, что доступными ему экспериментальными средствами (температура, давление) не удалось сколько-нибудь повлиять на скорость радиоактивного распада.

В «Основах химии» Д. И. Менделеев писал: «... когда периодическая система элементов оправдывается с разнообразнейших сторон, мне кажется, должно приписать немалое значение для того интереса, который, очевидно, возрастает по отношению к урану, особенно с тех пор, как с ним оказались связанными два из важнейших — во множестве отношений — открытия физики и химии нашего времени¹¹, а именно, открытие аргоновых элементов (особенного гелия) и радиоактивных веществ. Те и другие представляют своего рода неожиданность и крайность, какими-то еще глубоко сокрытыми способами связанные с крайностью в эволюции элементов самого урана.

Убежденный в том, что исследование урана, начиная с его природных источни-

¹⁰ Всюду здесь под «радием», по-видимому, подразумевается препарат бромистого радия.

ков, поведет еще ко многим новым открытиям, я смело рекомендую тем, кто ищет предметов для новых исследований, особо

¹¹ Д. И. Менделеев. Избр. соч., т. II, 1934, стр. 460.

тщательно заняться урановыми соединениями»¹¹.

В. М. Вдовенко

Р. Б. Добротин
(Ленинград)

АРХИВ И.-Я. БЕРЦЕЛИУСА В ЛЕНИНГРАДСКОЙ ПУБЛИЧНОЙ БИБЛИОТЕКЕ им. М. Е. САЛТЫКОВА-ЩЕДРИНА

Эпистолярное наследие великого шведского химика, равно как и огромное количество писем, адресованных к нему, учтено и издано с большой тщательностью. Публикация была начата в 1912 г. Сёдербомом и закончена в 1941 г. А. Хольмбергом;



И.-Я. Берцелиус

были изданы лишь самые интересные письма, которые составили шесть томов в 14-ти выпусках с двумя добавлениями¹. Хольмберг составил также библиографию печатных работ, рукописей и переписки Берцелиуса². Огромная доля архивного материала приходится на письма: 3250 писем самого Берцелиуса и 7150 писем к нему. Естественно, что особенно труден

был учет именно переписки. Помимо обследования шведских книгохранилищ и архивов, Хольмберг разослал письма ко всем европейским ученым обществам и библиотекам, где можно было предполагать наличие писем Берцелиуса. Полученные сведения значительно дополнили библиографию³. По материалам из русских библиотек в ней нет. Между тем в рукописном отделении Ленинградской публичной библиотеки им М. Е. Салтыкова-Щедрина хранятся не только четыре письма самого Берцелиуса, но и 158 писем к нему от европейских ученых.

Как же попали эти письма в Ленинградскую публичную библиотеку? Русский посол в Стокгольме, граф Петр Корнилевич Сухтелен (1751—1836), лично знакомый с Берцелиусом, собрал прекрасную коллекцию рукописей, пикнуабулов, книг, карт и т. д. Эта коллекция поступила в 1836 г. в Императорскую Публичную библиотеку: в ее составе оказалось свыше 10 тысяч автографов знаменитых людей, ученых и писателей всех стран с XV в. по 1830 г. включительно.

Берцелиус, как и другие шведские друзья Сухтелена, зная о коллекционерской страсти посла, подарил ему часть (158 писем) своего огромного архива. Эти письма, адресованные Берцелиусу, представляют собой как бы миниатюрное отображение эпистолярного архива ученого. Берцелиус подарил Сухтелену как по одному — два письма от своих постоянных корреспондентов, так и несколько писем от лиц, переписка с которыми более не продолжалась, вследствие чего они, видимо, не представляли для Берцелиуса особого интереса.

Все 158 писем были рассыпаны по огромной десяти тысячной коллекции Сухтелена без всякой связи между собой. Согласно принятой Сухтеленом классификации автографов по странам (а внутри стран — по роду деятельности), автографы немецких, французских, английских и других ученых попали каждый в свой картон и заняли определенное место в алфавитном ряду. Восстанавливать это нарушенное единство приходится либо по адресам, либо по содержанию, либо по каким-нибудь косвенным признакам.

³ Bibliographie... р. XV.

¹ J. A. Berzelius. Brev, 6 Bd., Supplement. Uppsala, 1912—1941. Цитируется в дальнейшем: Brev.

² «Bibliographie de J.-A. Berzelius, publiée au nom de l'Académie royale des sciences de Suède, par Arne Holmberg. P. 1—2. Stockholm, 1936. Цитируется в дальнейшем: Bibliographie.

Из четырех писем самого Берцелиуса два адресованы Сухтелену. Письмо от 13 мая 1828 г. из Стокгольма (авт. 316, к. 77) дополняет письмо без даты (и поэтому его следует датировать тем же числом), опубликованное Сёдербомом⁴, и касается анализа уральской платины. Оно написано на французском языке.

«Господин граф, имею честь препроводить при сем мой труд по анализу сибирской платины в сопровождении официального письма на имя Вашего Превосходительства⁵. Если когда-либо встанет вопрос о вознаграждении за работу, выполнение которой я так затянул, разрешите мне, Ваше Превосходительство, сказать, что я считал бы себя полностью вознагражденным, если бы г. министр финансов распорядился в Горном управлении о высылке мне образцов руды из каждого места добычи платины, не менее чем в две унции весом каждый. У меня двойная цель: исследовать их и поместить затем некоторые образчики в минералогическую коллекцию Публичного музея, находящегося в ведении Академии наук».

Второе письмо к Сухтелену от 16 марта 1832 г. (авт. 316, к. 77) является официальной благодарностью Шведской Академии наук за подаренный послом 13-томный труд Альдрованди по естественной истории. Третье письмо от 31 марта 1827 г. (авт. 316, к. 77) представляет собой коротенькую записку личного характера полковнику Даниельду. Четвертое письмо попало в Публичную библиотеку не в коллекции Сухтелена, а было куплено в 1851 г. у известного немецкого книгопродавца Бера. Это письмо на немецком языке от 2 октября 1840 г. (авт. 348, № 203) адресовано геологу А. Петцольду в Дрезден⁶.

«Милостивый государь, покорнейше Вас благодарю за присылку изданной Вами книжечки по геологии, которую я получил около трех недель тому назад. Прочел ее с удовольствием. Конечно, в ней много такого, что навеки должно остаться гипотезой, но все же очень приятно заниматься рассуждениями на такие темы, исследовать различные возможности и сравнивать их между собой. Я с интересом прочел в Эрммановском журнале⁷ о Ваших опытах, направленных против Фукса. Не могу, однако, понять, как такой замечательный химик, как Фуко, мог рассуждать так, как он это сделал в своем сочинении о плутонизме и пегунизме».

Русские корреспонденты Берцелиуса представлены в собрании Сухтелена двумя письмами — академика А. Я. Купфера (в ту пору профессора минералогии в Казани) о пересылке Берцелиусу образцов

уральских минералов (письмо от 15 октября 1828 г., авт. 316, к. 73) и Г. И. Гесса, профессора химии в Петербургском университете, работавшего у Берцелиуса в 1826 г. и с той поры поддерживавшего с ним регулярную переписку: письмо о методе обработки колыванского теллуристого серебра (от 27 ноября 1833 г., авт. 316, к. 72).

Научные связи Берцелиуса с немецкими химиками, физиками, минералогами, врачами и инженерами были весьма обширны: письма немецких корреспондентов составляют почти треть (50) писем, имеющихся в коллекции Сухтелена. Содержащие их представляет большой интерес. Из огромной переписки Берцелиуса с известными химиками Митчерлихом, Велемом, Розе, Бишофом, Поггендорфом, Гмелином и Геленом в коллекции Сухтелена имеется по одному письму каждого из них.

Письмо Митчерлиха от 2 августа 1828 г. (авт. 316, к. 24) посвящено предстоящему приезду Берцелиуса в Берлин и планируемому совместному путешествию. Велем в письме от 3 февраля 1828 г. (авт. 316, к. 23) дает подробное описание нагнетательного насоса и внесенных в него усовершенствований, прилагая чертеж.

♦ Письмо Розе (поддерживавшего с Берцелиусом активную переписку) от 21 ноября 1827 г. (авт. 316, к. 22) подробно информировало шведского ученого о новостях научной жизни Германии.

Из двух писем боннского профессора Бишофа (авт. 316, к. 24) в одном, от 11 октября 1827 г., говорится об анализе минеральных источников в Эйфеле и о сурьме, добываемой в Эйфельских рудниках; второе письмо, от 15 августа 1835 г., — личного характера.

Два письма Поггендорфа (авт. 316, к. 24), издателя берлинского журнала «Annalen der Physik und Chemie», от 28 февраля 1828 г. и от 17 августа 1829 г. посвящены просмотру Берцелиусом статьи Бонсдорфа и изложению содержания других статей, полученных для журнала, а также вопросу о систематизации минералов, принятой Берцелиусом в новом издании его труда о паяльной трубке.

Письмо профессора Тюбингенского университета К. Гмелина от 16 июня 1819 г. (авт. 316, к. 24) содержит изложение результатов опытов с окисью лития. На печатном приглашении на съезд немецких естествоиспытателей и врачей в Гейдельберге 18 сентября 1829 г. (авт. 316, к. 23) Гмелин делает большую приписку относительно организации и состава этого съезда.

Мюнхенский химик А. Ф. Гелен (Gehlen) 21 апреля 1811 г. (авт. 316, к. 21) извещает об издании предварительного обзора трудов Берцелиуса. В письме профессора химии в Грейфсвальде Гюнефельда от 10 сентября 1832 г. (авт. 316, к. 21) сообщается о посылке коллекции ядовитых растений для химического исследования

и дается их краткая характеристика. Берлинский профессор Шубарт посылает 20 октября 1830 г. (авт. 316, к. 23) Берцелиусу на отзыв свой учебник технической химии.

Письмо боннского профессора Бергеманна от 8 сентября 1830 г. (авт. 316, к. 20) является сопроводительной запиской к его статье об анализе свинца из залежей Блейберга; профессор Верле из г. Хемница посылает 10 декабря 1830 г. (авт. 316, к. 23) образец теллуровой руды, найденной около Хемница, изъявляя готовность сообщить о минералогических находках в Венгрии и «в столь родственной Швеции Моравии». В письме грейфсвальдского профессора Вейгеля от 26 октября 1829 г. (авт. 316, к. 23) говорится об обмене отписками научных работ. Писем этих ученых в Стокгольмском архиве Берцелиуса нет.

Из писем немецких минералогов следует остановиться на письмах гейдельбергского профессора Леонарда (Leonhard), состоявшего в активной переписке с Берцелиусом. В письмах от 12 мая 1829 г. и 10 января 1831 г. (авт. 316, к. 21) он просит дать отзывы о своих книгах и статьях, сообщает результаты исследования базальтовых образований⁸.

В письме венского физика, профессора А. Баумгартнера от 15 апреля 1831 г. (авт. 316, к. 20), кроме приглашения на венский съезд естествоиспытателей, содержатся сведения об артезианских колодцах в Австрии и в Венгрии и сообщается о выработке сахара из свекловицы, под которую занято много земли.

Лейпцигский профессор физики Гильберт в письме от 25 августа 1822 г. (авт. 316, к. 21) дает неодобрительный отзыв о статье Волластона «On the finite extent of the atmosphere»⁹ и сообщает об опытах по изучению звука, проведенных по заказу парижского «Bureau des longitudes».

В письме директора Венской политехнической школы И. Прехтля от 6 февраля 1829 г. (авт. 316, к. 22) содержится следующее интересное высказывание:

«... Я потому так долго откладывал эту работу¹⁰, что надеялся возвращаться к ней время от времени. Тем не менее я вполне доверяю результатам, полученным для меня совершенно неожиданно».

⁸ Письма дрезденского минералога Бледе от 7 июня 1818 г. (авт. 316, к. 20), барона Гердера от 18 августа 1824 г. (авт. 316, к. 21), Гаусмана от 25 ноября 1807 г. (авт. 316, к. 21), эдинбургского профессора Хайдингера (1829 г., авт. 316, к. 21) и Карстена от 3 августа 1827 г. (авт. 318) являются или рекомендательными записками, или сообщают о посылках минералогических образчиков.

⁹ В «Philosophical Transactions», 1822.
¹⁰ Речь идет о статье, опубликованной в т. 14 «Jahrbücher des Polytechnischen Instituts in Wien».

Во всяком случае представляет интерес, как из одной основы проистекают в последовательном порядке электрические, тепловые и химические явления, и видно, как и почему электричество предшествует теплоте, а теплота — химическим явлениям, и предшествующее явление, видимо, обобщает последующее».

Профессор естествознания в Бреславльском университете натурфилософ Г. Стеффенс в письме от 9 сентября 1827 г. (авт. 316, к. 23) сообщает о намерении прислать Берцелиусу начало своего труда по физической географии Скандинавии.

Шутливый характер носит письмо без даты (авт. 316, к. 22) венского ботаника Поля (Pohl), в котором он между прочим сообщает новости о своей работе.

Среди немецких корреспондентов Берцелиуса много врачей и фармацевтов. В письме из Кенигсберга от 29 октября 1831 г. (авт. 316, к. 20) профессор Ф. Дульк излагает свои соображения относительно ошибочности выводов московского врача Германа, исследовавшего кровь холерных больных. Дульк приходит к заключению об эпидемическом характере холеры и об ее распространении в речных и сырых местностях.

Письма Грефе из Берлина от 13 декабря 1831 г. (авт. 316, к. 21) и доктора Монкейма из Аахена от 27 декабря 1828 г. (авт. 316, к. 22) касаются анализа минеральных вод. Первый пишет об Aqua Vignelli, которую он применяет как кровоостанавливающее средство. Монкейм интересуется составом воды сернистых источников¹¹.

В письме управляющего фабрикой в Шенбеке Германа от 30 сентября 1828 г. (авт. 316, к. 21) говорится о способе приготовления соды, который нашел применение на многих фабриках во Франции и Англии. Герман выражает надежду, что этот метод будет введен и в Скандинавии.

¹¹ Профессора анатомии А. Отто (письмо от 30 декабря 1829 г. из Бреславля, авт. 316, к. 22) и К. А. Рудольфи (письмо от 30 декабря 1827 г. из Берлина, авт. 316, к. 22), профессора фармакологии Гейгер (письмо от 10 января 1830 г. из Гейдельберга, авт. 316, к. 21) и Мейснер (письмо без даты из Вены, авт. 316, к. 22), врача Гуффланд (письмо от 15 февраля 1823 г. из Берлина, авт. 316, к. 24), Шюблер (письмо от 28 августа 1830 г. из Тюбингена, авт. 316, к. 23) и Фридландер (письмо от 26 апреля 1819 г. из Парижа, авт. 316, к. 20), лейб-медик саксонского короля Крайциг (письмо от 22 сентября 1828 г. из Берлина, авт. 316, к. 21) посылают Берцелиусу свои труды с просьбами об отзывах, рекомендуют ему молодых врачей и фармакологов, сообщают о своих новых работах. Большинство этих писем написано в очень теплом дружеском тоне.

⁴ Brev., III, 2, p. 261—263.

⁵ Это письмо и опубликовано Сёдербомом по черновику Берцелиуса.

⁶ О Петцольде в Bibliographie нет никаких упоминаний.

⁷ Journal für praktische Chemie.

Инженер Рейхенбах из Бланско в Моравии в письме от 28 октября 1831 г. (авт. 316, к. 22) посылает Берцелиусу полученный им парафин, а также интересуется способами получения нафталина и холестерина.

Агроном Кёрте¹² сообщает 22 марта 1831 г. из Эндерсдорфа (авт. 318), что он поместил в «Möglinische Annalen der Landwirtschaft» перевод статьи Берцелиуса «Erläuterungen über die Zusammensetzungen der Ackererden», и просит разрешения перевести другие статьи на эту же тему¹³.

Чешский фармаколог Батка в письме от 29 марта 1832 г. из Праги (авт. 316, к. 20) обращается к Берцелиусу с просьбой прислать для опытов шлак с ванадием.

Швейцарский химик Эслингер, постоянный переводчик сочинений Берцелиуса, в письме от 20 ноября 1830 г. из Жуи (авт. 316, к. 20) выражает сожаление, что Берцелиусу не удалось быть в Париже во время Июльской революции: «Вы бы увидели то, что не удастся в жизни видеть дважды: великий, благородный, обаятельный народ восстал за свою свободу с отвагой бывших лет. Мрачная, удручающая, полная ожидания тишина, последовавшая сразу за появлением ордона, сменилась через три дня живейшим чувством радости и энтузиазма, и солнце свободы светло и ярко засияло на галльском небе, которое еще столь недавно омрачалось свинцовым деспотизмом. История всех времен вряд ли знает другой такой пример. Народ бросается в пушечный и ружейный огонь, чтобы добыть себе оружие, с которым он жаждет бороться за свою свободу; и далее, после победы, без правительства, достигнув блага, которым он обязан только себе, народ не совершает никаких эксцессов. Все это события исключительного характера.

Трудно представить себе состояние Парижа в тот момент. Все улицы загромождены баррикадами, которые сооружены частью из камней мостовых, частью из опрокинутых экипажей и дилижансов; деревья на бульварах срублены и свалены, чтобы создать препятствия коннице, все мосты полны камней и осколков стекла, повсюду убитые и раненные; повсюду вооруженные отряды в таком странном составе, что в другое время вызвали бы смех; по ночам все дома освещены, так как уличного освещения нет; и при всем том, в этом ди-

¹² Его писем в Стокгольмском архиве нет.

¹³ Письмо натуралиста К. С. Эренберга (от 26 ноября 1831 г. из Берлина, авт. 316, к. 20) — личного характера; письма геттингенского профессора И. Ф. Блюменбаха (от 20 июня 1828 г., авт. 316, к. 21) и грейсвальдского профессора Хоришуха (от 15 ноября 1822 г., авт. 316, к. 21) являются сопроводительными к посылаемым изданиям трудов научных обществ и академий.

ком хаосе самими жителями на четвертый день водворен полнейший порядок и спокойствие!

Подробности событий, наверное, известны Вам уже давно. Как должны радоваться этому все друзья человечества! Если бы Австрия, которая лежит посреди Европы как непрозрачное тело, задерживающее всякий луч света, имела бы своим сообщником Францию, что получилось бы для наступающего века европейской свободы и просвещения? Но никакая сила на земле не может поработить свободную нацию, которая желает свободно жить и свободно умереть. В результате пережитого эта истина стала для меня твердым убеждением, доставляющим мне величайшую радость».

Второе письмо Эслингера от 23 января 1833 г. (авт. 316, к. 20) касается корректур перевода труда Берцелиуса.

Среди 20 писем, полученных из Англии, заслуживает внимания письмо Г. Дэви от 25 июня 1823 г. (авт. 316, к. 39). Переписка двух знаменитых химиков, опубликованная полностью во втором выпуске писем Берцелиуса¹⁴, ярко рисует также и психологический облик ученых и их отношения, завершившиеся разрывом, которого не сгладили внешнее примирение. За период с 1813 по 1825 г. письма чрезвычайно редки, а с 1821 по 1824 г. их нет совсем. Письмо Дэви от 1823 г. является, по-видимому, единственным неопубликованным и свидетельствует, что связь между учеными все же поддерживалась и в эти годы.

В письме от 5 мая 1832 г. из Лондона (авт. 316, к. 39) Фарадей пишет, что ложные слухи о смерти Берцелиуса задержали отсылку ему труда об экспериментальных исследованиях электричества.

Писем известного английского геолога Лайеля (Lyell) в стокгольмском архиве Берцелиуса нет совсем; письмо в коллекции Сухтелена является, по-видимому, единственным. Лайель пересылает 25 мая 61 г. (авт. 316, к. 39) Берцелиусу и другим шведским ученым экземпляры своей статьи о Швеции и выражает уверенность в успехе опытов, производящихся под наблюдением Берцелиуса.

Заведующий минералогической коллекцией Британского музея Чарлз Кониг (писем которого также нет в Стокгольме) в письме от 22 сентября 1831 г. (авт. 316, к. 39) сообщает, что закончил оформление выставки минералов в Музее, расположив экспонаты согласно системе Берцелиуса. Экспозиция подверглась нападкам, но он уверен в конечной победе. Он просит также сообщить об изменениях, которые Берцелиус внес в свою систему, и прислать образцы шведских минералов.

Эдинбургский профессор химии Джонстон в письме от 21 марта 1831 г. (авт. 316,

¹⁴ Brev., Bd. 2, Uppsala, 1912.

к. 39) сообщает о научных съездах. Физик Брюстер в письме без даты (авт. 316, к. 39) просит разрешения назвать новые добытые им из минералов жидкости не греческими терминами, а в честь великих химиков — Berzelyste и Davynste. Профессор физики Лесли в письме от 25 января 1828 г. (авт. 316, к. 39) рекомендует Берцелиусу капитана Колькхауна (Colquhoun), руководившего много лет горными предприятиями в Южной Америке и отправляющегося в Швецию для изучения шведских рудников. Сам Колькхаун пишет Берцелиусу 23 февраля 1829 г. из Лондона (авт. 316, к. 39) о добыче платины на Урале.

Среди других английских корреспондентов следует отметить секретарей Королевского общества Т. Юнга (письмо без даты, авт. 316, к. 40, к неизвестному лицу, с просьбой написать Берцелиусу о переводе его статей) и Гудсона (официальное письмо от 14 мая 1833 г., авт. 316, к. 39).

Грэм в письме из Глазго от 8 сентября 1832 г. (авт. 316, к. 39) к Джекстону или (в случае его отсутствия) к Берцелиусу подробно излагает принятые в Англии способы добывания древесного уксуса и описывает свои исследования фосфатов. Врач В. Стивенс в письме от 15 декабря 1832 г. из Копенгагена просит дать отзыв на свою книгу об исследовании крови¹⁵.

Письма французских корреспондентов (43 письма) можно разделить на две группы: в первой группе письма, относящиеся к пребыванию Берцелиуса в Париже в 1818—1819 гг., во второй — к его пребыванию там в 1835 г. Большей частью это небольшие записки с рекомендациями, приглашения на заседания, обеды, осмотры фабрик и музеев, поездки и т. п.¹⁶

¹⁵ От постоянного корреспондента Берцелиуса А. Марсе и от лорда Селкирка имеются маленькие записочки без даты с приглашениями.

Письма Уолстона от 18 июня 1828 г. (авт. 316, к. 40), профессора медицины в Эдинбургском университете Т. Стюарта-Трейли от 12 июня 1833 г. (авт. 316, к. 40), врача Йеллоли (Yelloly) от 27 октября 1829 г. из Норича (авт. 314, к. 40), дублинского физика Уоллеса от 29 июня 1835 г. (авт. 316, к. 40), химика Аллена от 6 июня 1830 г. (авт. 316, к. 39) и физика Влегодена без даты (авт. 316, к. 39) содержат приглашения, просьбы написать отзывы о книгах и статьях, рекомендации ученым и путешественникам, едущим в Швецию, и т. п.

¹⁶ Так, в первой группе, относящейся к 1818—1819 гг., есть записки историка Като де Кальвиля (от 10 декабря 1818 г., авт. 316, к. 35), вдовы Лавуазье (две записки без даты, авт. 316, к. 37), врача Лобри (от 14 декабря 1818 г., авт. 316, к. 37). Встречаются записки от таких старых друзей Берцелиуса, как Бертолле (от 1 сентября 1818 г., авт. 316, к. 35)

Интересно письмо от 28 февраля 1828 г. (авт. 316, к. 35) старого друга Берцелиуса Броньяра (их переписка опубликована почти полностью). Он сообщает о своей научной работе, предлагает соображения по поводу материалов, собранных во время путешествия по Швеции. Два письма Дюма от 26 июня 1824 г. (авт. 316, к. 36) и без даты (1833 г.) (авт. 316, к. 28) ценны тем, что до сих пор было известно лишь единственное его письмо к Берцелиусу (и одно письмо Берцелиуса к нему). Дюма пишет об образчиках шведских минералов для минералогического кабинета Политехнической школы, которые необходимы для демонстрации на лекциях при изложении опытов Берцелиуса, и со своей стороны пересылает образчики некоторых минералов.

и Гей-Люссак (записка без даты 19 мая, авт. 316, к. 35), или корреспондентов, как Воклен (от 24 мая 1819 г., авт. 316, к. 38), Жиль-де-Ломон (от 1 октября 1818 г., авт. 316, к. 36), записка хранителя музея при Ботаническом саде Люка (от 11 июня 1819 г., авт. 316, к. 37).

Вторая группа записок относится к 1835 г. Среди авторов этих записок много постоянных корреспондентов Берцелиуса: химики Дюпон (все письма Дюпона к Берцелиусу напечатаны, см. Brev.; записка без даты, авт. 316, к. 36), Робинке (записка от 29 августа 1835 г., авт. 316, к. 38), Пайен (записка от 20 августа 1835 г., авт. 316, к. 38), Шеврель (записка без даты, авт. 316, к. 36), математик Оливье (записка от 7 августа 1835 г., авт. 316, к. 37), метеоролог Морен (записка от 2 апреля 1835 г., авт. 316, к. 37).

Имеется записка от Араго (от 28 июля 1835 г., авт. 316, к. 35) и его же письмо на бланке Французского института от 3 сентября 1833 г., записки врачей Першио (от 8 сентября 1835 г., авт. 316, к. 38) и Сивяли (без даты, авт. 316, к. 36), химика Бутрон-Шарляра (от 1 сентября 1835, авт. 316, к. 35). Некоторые письма перешли к Сухтелену, хотя были у Берцелиуса единственными: письмо от 7 августа 1835 г. (авт. 316, к. 37) химика Орфили (и его же официальная рекомендация на служебном бланке от 23 марта 1833 г., авт. 318); письмо от 18 августа 1835 г. (авт. 316, к. 36) Годена с пометкой Берцелиуса на французском языке «химик, писавший о теории атомов»; письмо (от 3 августа 1835 г., авт. 316, к. 36) Демонвилля, приглашавшего Берцелиуса посетить его лекции, где он излагает открытую им систему вселенной (Берцелиус поместил на письмо по-французски: «знаменитый сумасшедший астроном»); письмо без даты (авт. 316, к. 39) секретаря Бюро мостов и дорог Рокура, извещавшего Берцелиуса, что паровоз (voiture à vapeur) с двумя вагонами, вмещающими 60 пассажиров, отойдет в полдень из Версаля.

В добавление к обширной переписке Берцелиуса с известным издателем Дидо, печатавшим переводы его трудов, в Ленинграде имеются два письма: от 20 июня 1829 г. и 11 января 1833 г. (авт. 316, к. 36). Первое — о корректурах третьего тома «Курса химии», второе — о печатании таблиц к восьмому тому.

В письме химика Готье де Клобри от 27 сентября 1831 г. (авт. 316, к. 36) говорится о задачах журнала «Annales d'hygiène». Автор подчеркивает важность работ, посвященных изучению холеры, а также касается работ Берцелиуса по питании.

Издатели научных журналов приглашали Берцелиуса сотрудничать в их изданиях¹⁷.

В архиве имеются также официальные отношения к Берцелиусу как секретарю Шведской Академии наук от Французской Академии наук (28 февраля 1827 г., авт. 316, к. 36), подписанное Фурье; от Université de France (30 августа 1823 г., авт. 316, ч. 38), подписанное Пуассоном; от музея при Ботаническом саде (5 мая 1825 г., авт. 316, к. 36).

Письма химиков д'Арсе от 14 октября 1830 г. (авт. 316, к. 35) и Тенара без даты (1828 г., авт. 316, к. 38) касаются переписки книг и корректур. Натуралисты Лефевр (письмо от 12 февраля 1831 г., авт. 316, к. 37), Ферюссак (письмо от 4 ноября 1831 г., авт. 316, к. 36) и Гаюп (Найу, конец письма без даты, авт. 316, к. 37) посылают статьи, обсуждают проект организации шведского научного общества и т. д. Маркиз Дре в письме без даты (1828 г., авт. 316, к. 36) просит Бер-

¹⁷ Таковы письма Молеона от 27 августа 1830 г. (авт. 316, к. 37), редактора «Recueil industriel... des beaux arts»; письмо Арпу от 23 июня 1833 г. (авт. 318), редактора «Journal des Académies et Sociétés scientifiques de la France et de l'étranger»; письмо Ратье от 14 августа 1835 г. (авт. 316, к. 38), редактора «Encyclopédie des gens du monde».

П. Т. ПАСАЛЬСКИЙ И ЕГО ВКЛАД В ГЕОФИЗИЧЕСКУЮ НАУКУ

В истории русской геофизической науки Павел Тимофеевич Пасальский по праву занимает видное место. В конце XIX в., еще на заре развития геофизики, Пасальский разработал ряд вопросов, относящихся к двум наукам — учению о земном магнетизме и геологии. Оставленное им научное наследие¹ характеризует его как талантливого исследователя.

¹ П. Т. Пасальский. Приложение термодинамики к изысканию равнове-

селиуса просмотреть прилагаемые рукописи. Французский консул в Дании де ла Рокет в письме от 22 мая 1833 г. (авт. 318) интересуется картами шведских каналов.

Бельгийский астроном Кетле в письме от 8 февраля 1834 г. из Брюсселя (авт. 318) сообщает об отправке в Стокгольм ежегодников астрономической обсерватории.

Из писем шведских и датских корреспондентов Берцелиуса имеются письма Афселиуса (Afzelius), Агарда (Agardh), Арведсена (Arfwedson), Аспегрена (Aspegren), Аттербома (Atterbom) (авт. 316, к. 76); Эренхейма (Ehrenheim), Эсмарка (Esmark) (авт. 316, к. 80); Фриса (Fries) (авт. 316, к. 81); Гана (Gahn), Гейера (Geyer) (авт. 316, к. 82), Хелльстрёма (Hällström) (авт. 316, к. 75), Хеденберга (Hedenberg), Хисингера (Hisinger) (авт. 316, к. 83), Гофмана (Hofman) (авт. 316, к. 24), Якобсона (Jacobson) (авт. 316, к. 24 и авт. 318), Ерта (Järta), Колмадина (Kolmadin), Круга (Krogh) (авт. 316, к. 84), Лагерхельма (Lagerhjelm) (авт. 316, к. 85), Нильссона (Nilsson) (авт. 318), Норденшельда (Nordenskiöld) (авт. 316, к. 75), Д'Осона (d'Ohsson) (авт. 316, к. 87), Эрстеда (Örsted) (авт. 316, к. 24), Рудберга (Rudberg) (авт. 316, к. 88), Шварца (Schwartz), Шёнхерра (Schönherr), Сефстрёма (Sefström), Селандера (Selander) (авт. 316, к. 89), Сеттерберга (Setterberg) (авт. 318), Сванберга (Swanberg) (авт. 316, к. 91), Валенберга (Wahlenberg) (авт. 316, к. 83), Вальмстедта (Walmstedt), Вестринга (Westring), Де Вирсена (de Wirsén) (авт. 316, к. 93) и официальные отношения Археологического общества в Копенгагене (авт. 316, к. 24).

Подытоживая этот краткий обзор, по-видимому, последней оставшейся до сих пор неизвестной части архива шведского ученого, можно отметить, что письма из собрания Сухтелена дают еще большее представление об огромных научных, деловых и дружеских связях Берцелиуса.

А. Д. Люблинская
(Ленинград)

П. Т. Пасальский родился в 1871 г. в семье учителя в г. Кишиневе, где он

снимал соприкасающихся масс разнородных по составу или различных по своему физическому состоянию. «Записки Новоросс. ун-та», т. 65, ч. учения, Одесса, 1895, стр. 1—204; Магнитный теодолит Ваура № 55 и даваемая им точность. «Летописи магнито-метеорологич. обсерватории Новоросс. ун-та», Одесса, 1896; Предварительные абсолютные магнитные определения,

получил среднее образование. В 1894 г. он блестяще окончил естественное отделение физико-математического факультета Новороссийского, ныне Одесского, университета. Пасальский хорошо знал иностранные языки, отличался большой любознательностью и исключительной работоспособностью. Еще студентом за сочинение на тему: «Приложение термодинамики к изысканию равновесия соприкасающихся масс разнородных по составу или различных по своему физическому состоянию»² Пасальский получил золотую медаль. Эта работа была опубликована в 1895 г. Она является его первым печатным трудом.

После окончания университета Пасальский занимался, главным образом, вопросами метеорологии и физической географии. Важное место в жизни и творчестве

там же; Установка магнитных вариационных приборов в магнито-метеорологической обсерватории Новороссийского университета (совместно с Э. Лейстом), там же, 1897; Астрономические и магнитные наблюдения магнито-метеорологической обсерватории Новороссийского университета в 1896 г., там же; О вновь открытой магнитной аномалии в районе Кривого Рога. «Дневник X съезда русских естествоиспытателей и врачей», Киев, 1898, стр. 272—273; Магнитные и астрономические наблюдения в 1897 г. магнито-метеорологической обсерватории Новороссийского университета. «Летописи магнито-метеорологич. обсерватории Новоросс. ун-та», Одесса, 1898; Новые приборы для абсолютных определений и методы наблюдений, там же, 1899; Магнитные и астрономические наблюдения в 1898 г., там же; Влияние электрической тяги на магнитные обсерватории. «Записки Новоросс. ун-та», т. 77, ч. учения, Одесса, 1899, стр. 223—246; Предварительное сообщение о магнитной съемке Криворожского рудного района. «Приложение к протоколам Первого метеорологического съезда», СПб., 1900, стр. 86; Об устройстве легкой магнитной обсерватории, там же, стр. 90; Вариации земного магнетизма. «Вестник опытной физики и элементарной математики», № 308, Одесса, 1901, стр. 169—173; Вариации земного магнетизма, там же, № 311, стр. 249—254; Об изучении распределения магнетизма на земной поверхности. «Записки Новоросс. ун-та», т. 85, ч. учения, Одесса, 1901, стр. 1—547; Астрономические и магнитные наблюдения в 1900 г. «Летописи магнито-метеорологич. обсерватории Новоросс. ун-та», Одесса, 1901; Второй год магнитной съемки юго-запада России (доклад 13 октября 1900 г.). «Записки Академии Наук по физ.-мат. отд.», том XXXIII, № 10, Пр., 1915; Магнитная съемка Крыма; произведенная в 1900 г. (Обработал проф. Б. П. Вейнберг), там же.

² См. сноску 1.

ученого занимала работа в магнито-метеорологической обсерватории, организованной в 1893 г. профессором Новороссийского университета А. В. Кюссовским³. Научная деятельность Пасальского была тесно связана с этим учреждением. С 1894 г. он совмещал работу в кабинете физической географии с исполнением обязанностей наблюдателя магнитного отделения обсерватории; с 1896 г. работал штатным наблюдателем, а затем — заведующим магнитным отделением обсерватории. Одновременно он читал курсы лекций по земному магнетизму в Новороссийском университете и по заданиям магнито-метеорологической обсерватории производил магнитные съемки на юго-востоке России.

Творческий путь Пасальского был кратким. Он умер на 29 году жизни 12 ноября 1900 г.

Как известно, проблема изучения магнитного поля Земли была поставлена на прочную научную основу в первой половине XIX столетия открытиями знаменитого немецкого математика К. Ф. Гаусса⁴, который теоретически обосновал метод абсолютных измерений напряженности магнитного поля и разработал аналитический способ, позволяющий по некоторому ряду магнитных измерений рассчитывать величину напряженности элементов геомагнитного поля в любой заданной точке земной поверхности.

Работы Гаусса ознаменовали собой начало современного этапа в развитии науки о земном магнетизме. С этого времени начинается интенсивное изучение закономерностей в распределении напряженности элементов магнитного поля на поверхности земли.

В России магнитные съемки проводились уже в начале XIX в., однако они носили эпизодический характер. Более планомерное изучение геомагнитного поля России началось в 70-х годах по инициативе и под руководством доцента Казанского университета И. Н. Смирнова⁵. Это была первая магнитная съемка, которой за относительно короткий промежуток времени, с 1871 по 1878 г., были охвачены огромные пространства Европейской части России. Она положила начало изучению вековых изменений геомагнитного поля, возродила забытое открытие крупной магнитной аномалии близ г. Курска, сделанное русским ученым П. Б. Иноходцевым еще в 1784 г. и, наконец, явилась основой при составле-

³ М. А. Г а н и н. Историч. нарис магнетового відділу Одеської магнетово-метеорологічної обсерваторії. «Інформаційний бюлетень Укрмету», ч. 10—12, Київ, 1924.

⁴ К. Ф. Г а у с с. Избранные труды по земному магнетизму. М., Изд-во АН СССР, 1952.

⁵ И. Н. С м и р н о в. Краткий отчет о магнитных наблюдениях в 1878 г. «Изв. Казанск. ун-та», 1879, т. 2.

нии А. А. Тилло в 1881 и 1885 гг. первых магнитных карт России⁶. Особый интерес был проявлен к изучению магнитных аномалий большой напряженности. Начиная с 1883 г. Н. Д. Пильчиков⁷, Г. А. Фритше⁸, Т. Муро⁹ и в последующие годы Э. Е. Лейст¹⁰ исследовали Курскую магнитную аномалию. Д. И. Менделеев после обследования состояния Уральской промышленности обратил внимание на необходимость применения метода магнитных измерений для изучения железорудных месторождений Урала¹¹ и с этой целью организовал магнитные наблюдения в районах железорудных разработок на горах Магнитной, Благодати, Высокой, Бакальском руднике и в ряде других мест¹².

П. Т. Пасальский производил магнитные съемки на юге России. В 90-х годах прошлого столетия им была с большой тщательностью разработана и научно обоснована методика полевых магниторазведочных работ, дано решение вопроса о надежности и точности магнитной разведки на примере первой детальной магнитной съемки Криворожского железорудного района, выполненной им же в 1898 г.

Следует особо отметить, что в работах Пасальского прежде всего обращает на себя внимание сочетание его обширных познаний в области явлений земного магнетизма и геологии. «Для решения вопроса о распределении магнетизма нам представляется единственно правильным, — писал он, — путь параллельных исследований геологических и магнитных; сопоставление

⁶ А. Tillo. Resultate der von Iwan Nicolajewitsch Smirnow in den Jahren 1872—1878 im europäischen Russland ausgeführten Bestimmungen der magnetischen Horizontal-Intensität. Rep. f. Met. 9, N 4, 1885, S. 1—54; Ueber die geographische Vertheilung und säculare Aenderung der ordmagnetischen Kraft im europäischen Russland, Rep. f. Met. 9, № 5, 1885, S. 1—78.

⁷ Н. Д. Пильчиков. Магнитные наблюдения между Харьковом и Курском в 1883 г. «Изв. РГО», 1883, т. XIX, вып. 4.

⁸ Г. А. Фритше. Магнитные наблюдения в Московской и Курской губерниях в 1894 г. «Изв. РГО», 1895, т. XXXI, вып. 6, стр. 619—623.

⁹ Т. Муро. Магнитные наблюдения, произведенные в Курской губернии в 1896 г. «Записки РГО», 1898, т. XXXII, № 3.

¹⁰ Э. Е. Лейст. Курская магнитная аномалия. М., Госиздат, 1921.

¹¹ Д. И. Менделеев. Уральская железная промышленность в 1899 г., ч. III, гл. 2. СПб., 1899.

¹² Ф. Блумбах. Результаты магнитных измерений, произведенных К. Н. Егоровым и С. П. Вуколовым на горах Благодати, Высокой, Магнитной, на Бакальском руднике и в Екибастузе. «Уральская железная промышленность в 1899 г.», СПб., 1900.

их и может пролить свет на причины возмущений»¹³.

Основные результаты своих исследований Пасальский изложил в работе «Об изучении распределения магнетизма на земной поверхности»¹⁴, которую он предполагал представить в качестве магистерской диссертации, однако преждевременная смерть помешала осуществлению этого намерения. Эта работа была опубликована в 1901 г., редактировал ее профессор Б. П. Вейнберг. Многие научные положения, приведенные в ней, не утратили своего значения и в наши дни. Прежде всего следует отметить правильный методологический подход Пасальского к решению вопроса о причинах магнитных аномалий, который позволяет приблизиться к их генетической классификации и, следовательно, более глубоко проникнуть в связи, существующие между аномальным магнитным полем и геологическим строением верхних частей земной коры.

Обращаясь к результатам первой магнитной съемки района Кривого Рога, выполненной Пасальским, необходимо отметить, что это исследование было поставлено с целью решения конкретной задачи выявить связи между геомагнитным полем и геологическим строением Криворожской полосы железистых кристаллических сланцев.

В конце XIX в. геологическое строение Криворожского железорудного района нашло наиболее полное отражение в исследованиях известного русского геолога П. П. Питницкого. На составленной им трехверстной геологической карте Криворожья показано характерное последовательное чередование нескольких сильно дислоцированных толщ глинистых и железисто-кварцитовых сланцев, развитых по р. Саксагани. В общих чертах они образуют, как это видно на карте, узкую синклиналию складку северо-восточного простирания, как бы вдавленную в гранито-гнейсовый массив.

Что же касается истории геологического развития этого структурно-тектонического района, то, по мнению П. П. Питницкого, ранее он имел вид горной страны альпийского типа, но «инвентурирующее» действие атмосферы и воды, в течение указанного неизмеримого промежутка времени, сказалось как в полном уничтожении альпийского типа рассматриваемых областей, так и в полном почти уничтожении групп саксаганских сланцев; они сохранились только в наиболее благоприятных для этого условиях: в наиболее глубоких синклиналиях складках; все же антиклиналы [горные цепи], и менее глу-

¹³ П. Т. Пасальский. Об изучении распределения магнетизма на земной поверхности. «Записки Новоросс. ун-та», т. 85, ч. учная, Одесса, 1901, стр. 203.

¹⁴ Там же, стр. 1—547.

бокие синклиналильные складки были окончательно уничтожены. Поэтому мы и наблюдаем теперь только изолированные синклиналильные складки саксаганских сланцев, разобщенные обширными гнейсовыми областями»¹⁵.

Пасальскому удалось установить и сформулировать особенности аномального магнитного поля, свойственного тектоническим структурам такого типа. Рассматривая при этом магнитные карты Криворожского железорудного района для различных элементов геомагнитного поля, он подчеркивал большую значимость карт аномальных величин вертикальной и горизонтальной составляющей, как наиболее наглядно отражающих геологическое строение саксаганской полосы кристаллических сланцев. В магнитном поле здесь была выявлена узкая полоса высоких аномальных напряжений вертикальной составляющей до 1,299 ед. CGS, ось которой протяженностью около 80 км начиналась южнее Кривого Рога, у Скалеватой она проходила вдоль правого берега р. Саксагани, доходила до Тернов, а оттуда поворачивала к Анновке и далее продолжалась в бассейне р. Желтой, выходя за пределы съемки.

Путем простого сопоставления результатов магнитных наблюдений с геологической картой Питницкого Пасальский установил наличие тесной связи между простиранием саксаганской полосы железорудных пород и расположением линий равных значений элементов геомагнитного поля. Он впервые пришел к выводу о том, что саксаганская складка у Тернов не оканчивается, а поворачивает к Анновке и продолжается к северу в сторону района, который в современном структурно-тектоническом плане Криворожского железорудного бассейна соответствует желторечской полосе кристаллических сланцев (в бассейне р. Желтой). Данные магнитной съемки Пасальского не только уточнили геологическую карту Питницкого и расширили представление о границах Криворожского железорудного района, но вместе с тем впервые указывали на очевидную закономерность, проявляющуюся в согласованности простирания древнейших складчатостей и магнитных аномалий. Работа Пасальского дала в руки геологов средство для дальнейшего геологического изучения района Кривого Рога.

Район криворожских магнитных аномалий Пасальский рассматривал как своего рода природную лабораторию, где можно изучать происхождение магнетизма, причины аномалий, суточные и вековые вариации геомагнитного поля, физические

свойства горных пород и многие другие вопросы. «Для суждения о причинах аномалий, — писал он, — было бы весьма важно отыскать законность в распределении магнетизма таких местных возмущений, выяснить тип или, если их несколько, то типы аномалий; имея такие схемы можно было бы допустить, что аномалии одного и того же типа имеют, если не одинаковые, то сходные причины»¹⁶. Только недостаток фактического материала не позволил Пасальскому применить этот критерий для изучения структурно-тектонических элементов земной коры по характеристике собственных им аномалий и распространить эти выводы на изучение геологии районов, недоступных для непосредственного наблюдения, и в особенности морских бассейнов, что входило в программу его будущих исследований.

Что же касается происхождения локальных и региональных аномалий, то по господствовавшей в то время гипотезе¹⁷ их объясняли электрическими земными токами, которые в условиях дислокаций земной коры отклоняются от нормального направления, являясь, таким образом, источником магнитных аномалий. Пасальский указывал, что, несмотря на простоту этого объяснения, трудно найти источник энергии, который поддерживал бы у поверхности Земли электрические токи, способные создавать магнитные аномалии, по напряженности близкие к аномалиям Кривого Рога. В связи с этим он решительно подчеркивал, что нет надобности прибегать к гипотезе земных токов и что аномалии Кривого Рога находят простое объяснение в различии магнитной восприимчивости горных пород. Пасальский считал, что именно поэтому саксаганская полоса железорудных образований и, в частности, вмещающие пласты железистых кварцитов под влиянием магнитного поля Земли намагничиваются. Намагничивание происходит таким образом, что верхняя часть складки покрыта слоем южного магнетизма и, следовательно, на поверхности Земли аномальный вектор вертикальной составляющей будет направлен вниз, а вектор северной составляющей — к складке. Наоборот, гнейсы и граниты к востоку и западу от саксаганской складки намагничиваются в меньшей степени; здесь имеет место наложение влияния магнетизма складки и, следовательно, появление отрицательных значений вертикальной составляющей.

Первое сообщение «О вновь открытой магнитной аномалии в районе Кривого

¹⁶ П. Т. Пасальский. Об изучении распределения магнетизма..., стр. 318—319.

¹⁷ E. N a u m a n n. Geotectonik und Erdmagnetismus. Verhandl. d. XII deutsch. Geographentages. Berlin, 1897, p. 142—166.

¹⁵ П. П. Питницкий. Исследование кристаллических сланцев степной полосы юга России. «Труды Общества испытателей природы при Харьковском университете», т. XXXII, Харьков, 1898, стр. 421—422.

Рога»¹⁸ от имени П. Т. Пасальского было сделано в 1898 г. профессором А. В. Ключевским. 21 апреля 1900 г. на объединенном заседании Новороссийского общества естественных наук в Одессе Пасальский более подробно изложил результаты своей работы. Он отметил, что произведенная им съемка «показала чрезвычайно хорошее совпадение магнитных линий с тектоническими и линиями раз подтвердила важность изучения распределения магнетизма для целей геологии; магнитная съемка не может заменить геологических исследований, но она должна им предшествовать и служить путеводной нитью. Остается пожелать, — сказал Пасальский, — чтобы тот факт, что до сих пор не было известно о столь необыкновенных аномалиях, послужил новым толчком для начала давно уже необходимой систематической съемки нашего отечества»¹⁹.

Почти все магнитные карты Кривого Рога, составленные Пасальским, сохраняют свою ценность и в наши дни. Они лишь уточнены и дополнены материалами более поздних съемок.

Следует также отметить, что магнитная съемка Крыма, выполненная Пасальским летом 1900 г., была продолжением задуманных им обширных геофизических исследований юго-западной части России. Результаты этой работы были опубликованы в 1915 г.²⁰

Плодотворными были исследования Пасальского и в области разработки общей теории геомагнитного поля и интерпретации наблюдений. Им впервые выведены системы уравнений, показывающие, что составные и наложенные друг на друга части нормального и аномального магнитных полей с увеличением высоты плоскости наблюдений изменяются по различным законам. Он показал, что убывание напряженности составляющих нормального поля, выражаемое основными уравнениями Гаусса, зависит не только от высоты, но и от географической широты места наблюдений.

Переходя к тому случаю, когда аномальные составляющие полного вектора магнитного поля нельзя представить при помощи основных уравнений Гаусса, Пасальский вывел систему дифференциальных уравнений, связывающих значения напряженности элементов аномального

магнитного поля на различных высотах. Произведенный анализ позволил сделать вывод, что изменения аномальной части геомагнитного поля как в вертикальном, так и в горизонтальном направлениях — одного порядка и что линейная зависимость, выведенная Липшицем, не отражает действительной картины таких изменений. При этом Пасальский показал, что количественно большее убывание вектора аномальной части поля по мере удаления от источника магнитной аномалии будет происходить в области аномалий, характеризующихся большими горизонтальными градиентами. Он отмечал, что разноеобразие мнений, которое существовало по этому вопросу, и, в частности, найденные по данным опытных наблюдений Ламонем, Липшицем и многими другими исследователями значительные изменения поля на различных высотах в горных районах, указывают лишь на связь магнитных аномалий с неоднородностями строения земной коры.

Пасальский подчеркивал, что действительную проверку законов изменения магнитного поля с высотой могут дать только наблюдения в свободной атмосфере, например на воздушных шарах, но отнюдь не наблюдения на горных станциях.

Пасальский рассмотрел аналитические способы определения величин, положения и глубины залегания точечного источника по заданному распределению магнитного поля на поверхности Земли. Для этого же случая им было дано решение задачи об изменении вертикальных и горизонтальных градиентов аномального поля. Анализируя величины этих градиентов, можно видеть, например, что напряженность вертикальной составляющей уменьшается в 4 раза на высоте, равной глубине залегания источника магнитного поля, в 9 раз — на высоте, равной удвоенной глубине залегания, и т. д. При этом изоляции вертикальной составляющей быстро расплываются и на некоторой высоте влияние аномалии становится практически неощутимым.

Такой подход к анализу качественных и количественных изменений аномального магнитного поля в связи с изменением высоты наблюдений широко используется в наше время²¹ и является главным критерием при интерпретации результатов аэромагнитных съемок.

Этот ценный раздел трудов Пасальского, в котором заложены элементарные основы практических приемов интерпретации магнитных наблюдений, является частью намеченной им большой программы исследований. Он предполагал показать простейшие способы вычисления элементов магнитного поля из наблюдаемых зна-

чений горизонтальной составляющей, склонения и наклонения; дать анализ площадей замкнутых аномальных линий точечного источника; найти объективный способ определения нормального поля; разработать методику измерения горизонтальных градиентов поля; рассмотреть соотношения между магнитными и гравитационными аномалиями в связи с геологическим строением и сейсмичностью Земли; вывести законы распределения составных частей напряженности геомагнитного поля и многие другие вопросы. По словам Вейнберга, всю программу этих исследований Пасальский предполагал разработать и представить в качестве докторской диссертации.

Идея Пасальского и первые результаты выполненной им магнитной съемки в районе Кривого Рога, а затем Крымского полуострова оказали серьезное влияние на последующее развитие геофизики в нашей стране, особенно в советский период.

К научному наследию Пасальского неоднократно обращались геофизики и геологи. Напомним лишь, что академик А. Д. Архангельский в работе о Курской магнитной аномалии²² отмечал, что сопоставление геологического строения Кривого Рога и магнитной съемки, выполненной впервые Пасальским, освещает основную геологическую проблему Курского железорудного района и делает понятными многие из геофизических фактов, которые до этого оставались загадочными. Внимательно сопоставив карты магнитных аномалий Щигровского участка и Саксаганской железорудной полосы, Архангельский, несмотря на разницу в абсолютных значениях напряженности поля, отметил

«²² А. Д. Архангельский. Курская магнитная аномалия, М., Госиздат, 1924.

ПЕРВЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПАРОВОЗОВ (до 50-х годов XIX в.)

Опытные исследования работы паровозов начались со времени их появления, т. е. с начала XIX в. При создании первых паровозов потребовалось решить ряд задач, связанных с механикой движения, и, в первую очередь, вопрос о сцеплении колес с рельсами за счет трения. Отсутствие необходимых сведений в этой области отразилось на конструкции паровозов и значительно затормозило их развитие.

Первый паровоз, построенный в 1803—1804 гг. английским инженером Р. Тревитиком (R. Trevithick), имел гладкие колеса и развивал скорость до 8 км/час. При работе паровоза вследствие недогрузки ведущей оси, а также крутых подъемов на подъездных путях, где он эксплуатировался,

их удивительное сходство и, основываясь на этом, сделал прогноз, что в районе Курской магнитной аномалии мы имеем вторую область развития криворожской свиты метаморфических пород, площадь которой, быть может, во много раз превышает площадь развития этих пород в бассейне Ингульца. Проведенное сопоставление позволило Архангельскому сделать выводы относительно деталей строения и тектоники Щигровской аномальной полосы, а также указать практическое значение участков Курской магнитной аномалии, характеризующихся ослабленным магнитным полем. Позднее, на примере региональных обобщений магнитных и гравитационных съемок, Архангельский расширил возможности применения геофизики, указав, что общее направление полос слабых аномалий отражает простирание пород, слагающих кристаллический фундамент Русской платформы²³. Тем самым было положено начало новому периоду в истории изучения тектоники кристаллического фундамента Русской платформы.

П. Т. Пасальский один из основоположников прикладного направления геофизической науки в России. Он сделал попытку теоретически разработать основы интерпретации данных магнитной разведки, наметил круг главнейших задач, перспективы развития этого метода исследований и, наконец, показал его практическое значение на конкретном примере изучения магнитного поля Криворожского железорудного бассейна.

Б. В. Бондаренко, Т. С. Лебедев
(Минск—Киев)

²³ А. Д. Архангельский. Избранные труды, т. II. М., Изд-во АН СССР, 1954, стр. 229—258.

¹⁸ П. Т. Пасальский. О вновь открытой магнитной аномалии в районе Кривого Рога. «Дневник X съезда русских естественных наук и врачей», Киев, 1898, стр. 272—273.

¹⁹ П. Т. Пасальский. Об изучении распределения магнетизма..., стр. 316.

²⁰ П. Т. Пасальский. Магнитная съемка Крыма, произведенная в 1900 г. (обработал проф. Б. П. Вейнберг), «Записки Академии Наук по физ.-мат. отд.», т. XXXIII, № 10, Пг. 1915.

²¹ П. П. Лазарев. Соч., т. 3, Геофизика. М., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 168 и стр. 274 (прим. 21).

¹ «Промышленность и техника», СПб., 1909, т. IX, стр. 212.

сбоку к рельсу, — паровоз Бленкинсона (Blenkinsop), 1811 г. Был создан паровоз, который работал с помощью цепи, проложенной вдоль рельсового пути (1812 г.). Цепь делала петлю вокруг барабана на оси паровоза (подобно канатной тяге на речных судах) и заменяла рейку. Был даже построен паровоз с шарнирным механизмом в виде ног, которыми он должен был отталкиваться от полотна дороги, — паровоз Брунтон (Brunton), 1813 г. Но все эти паровозы или совсем не работали, или были тихоходны, развивая скорость не более 4—5 км/час. Такие паровозы не могли разрешить проблемы транспорта, возникшей в конце XVIII и начале XIX вв. в связи с развитием капитализма.

Прошло 10 лет, прежде чем вновь был создан паровоз с гладкими колесами — паровоз Хедлея (Hedley), 1813 г. Постройке его предшествовали тщательные опыты, проведенные в 1812 г. Хедлеем и Блекеттом (Blackett) над двухосной тележкой, которая приводилась в движение ручными лебедками. При изучении сцепления колеса с рельсом создавались различные нагрузки на колеса тележки путем перемещения на ней груза. Опыты Хедлея и Блекетта показали, что при соответствующем распределении веса машины на колеса поверхностного сцепления гладких ведущих колес с рельсами достаточно для получения необходимой силы тяги². Эти опыты имели решающее значение для дальнейшего развития конструкций паровозов.

В последующий период, охватывающий 1813—1829 гг., началось развитие конструкции паровозов с гладкими колесами. Основным изменением подвергся движущий механизм. Движущие колеса вместо зубчатой или цепной передачи стали соединяться с помощью дышiel. Это сделало паровоз более надежным в работе. Наклонное положение цилиндров паровой машины вместо вертикального уменьшило вредное воздействие паровоза на путь и позволило увеличить скорость движения.

В 1818 г. английским инженером Вудом (Wood) совместно с Д. Стефенсоном (G. Stephenson) были проведены первые опыты по определению сопротивления движению по рельсовым путем различных видов экипажей³. Во время опытов сопротивление движению повозок определялось маятниковым динамометром, установленным на платформе, передвигаемой вручную. Это был первый динамометрический вагон, оборудованный единственным прибором — динамометром. При этих опытах железнодорожные повозки, под-

вергавшиеся испытанию, прицеплялись к грузу маятника. О величине сопротивления судили по отклонению маятника от среднего положения. В дальнейшем маятниковый динамометр не получил применения, так как снятие его показаний из-за колебаний маятника во время движения было затруднительно.

В рассматриваемый период паровые машины паровозов были однотипны. Вопрос же о паровозном котле решался по-разному, и на известное «соствязание» паровозов в Ранхиле (Rainhill) в 1829 г. были представлены четыре локомотива с различными типами котлов. На этом конкурсе паровоз Д. Стефенсона «Ракета» с поездом весом в 13 т развил среднюю скорость 22 км/час, чем окончательно доказал преимущество паровой тяги перед конной. С этого времени начинается строительство железных дорог в ряде стран.

В истории паровоза 30—50-е годы XIX в. явились периодом интенсивного развития его конструкции. Основное внимание в эти годы было направлено на изучение процессов, происходящих в паровозном котле и паровой машине. Начались опыты по определению паропроизводительности котлов и влияния на нее различных факторов: соотношений размеров котла, площади колосниковой решетки, конусной тяги и т. д. Первые теплотехнические опыты были предприняты в 1829—1830 гг. Д. Стефенсоном на Ливерпуль-Манчестерской и Вудом на Киллингвортской железных дорогах. Были испытаны восемь паровозов, отличавшихся площадью колосниковой решетки, поверхностью нагрева огневой коробки, устройством трубной части котла и т. д. «Ракета» при меньшей площади колосниковой решетки, но с хорошо развитой поверхностью нагрева многотрубного котла и конусной тягой, развила двойную мощность по сравнению с другими паровозами⁴. Эти опыты окончательно подтвердили преимущество многотрубного котла, который сохранился на паровозах до наших дней. В 1836 г. исследованием паропроизводительности паровозных котлов занимался Памбур (Pambour), который проводил опыты на Ливерпуль-Манчестерской железной дороге. В 1845 г. английский инженер Гуч (Gooch), испытывая паровозы с различными соотношениями поверхностей нагрева, пришел к выводу, что паропроизводительность котлов зависит от размеров огневой коробки.

В эти же годы ставились опыты по определению влажности пара, поступающего в паровую машину, и ее влияния на работу паровоза [опыты Памбура в 1834 г. в Англии и Ле-Шателье (Le Chatelier) в 1843—44 гг. во Франции]. Исследовалось изменение давления в золотниковой коробке в зависимости от величины

открытия регулятора и скорости движения паровоза. Изучалось влияние степени расширения пара на расход топлива (опыты Вуда в 1844 г.).

На основании экспериментальных данных паровоз совершенствовался и к концу 50-х годов XIX в. приобрел конструктивную форму, сохранившуюся в основном до наших дней, т. е. он уже имел газотрубный котел с конусной тягой, двухцилиндровую паровую машину с горизонтальным расположением цилиндров и т. д.

В рассматриваемый период одновременно с изучением процессов, происходящих в паровозе, возникли вопросы, связанные с его эксплуатацией. С открытием на ряде железных дорог регулярного движения большое значение приобрели вопросы расхода топлива и веса составов. В 1837—1838 гг. на Ливерпуль-Манчестерской железной дороге были предприняты опыты по определению расхода топлива паровозами различных типов. Во время опытов определялась испарительная способность топлива и расход его на тонно-милю. В 1839 г. на той же дороге аналогичные опыты были проведены Вудом и Лерднером (Lerdner). Результаты опытов послужили основанием для установления норм расхода топлива паровозами.

Были предприняты также опыты по определению сопротивления движению паровозов и поездов. В 1834 г. Памбур, а в 1838—1839 и 1844—1845 гг. Гардинг (Harding) применили для определения сопротивления движению подвижного состава метод скатывания по наклонным путям под действием силы тяжести. В этом случае по величине ускорения определялась действующая на подвижной состав сила, вычитая которую из тангенциальной составляющей силы тяжести (известной при данном уклоне), получали силу сопротивления.

Наиболее значительными экспериментальными исследованиями в этой области явились опыты Гуча, проведенные в 1847—1850 гг. на Бристольской железной дороге.

Экспериментальный поезд Гуча состоял из паровоза, динамометрического вагона, спроектированного Гучем специально для проведения опытов⁵, и обычных вагонов, нагруженных балластом по 10 т. Опыты проводились с поездами весом в 50 и 100 т при различных скоростях на специально выбранном прямом горизонтальном участке пути длиной в одну милю. Во время опытов сила тяги на крюке определялась пружинным динамометром, который состоял из пяти рессорных листов, скрепленных в средней части хомутом. Хомут соединялся с упорным крюком вагона, а концы рессорных листов помещались между роликами, закрепленными на раме вагона. Сила тяги передавалась

через рессорный пакет динамометрическому вагону и далее составу. Прогиб рессорного пакета, соответствующий силе тяги локомотива, регистрировался на бумажной ленте, приводимой в движение от колеса вагона. Кроме показаний динамометра, на бумажной ленте делались отметки времени и пройденного пути. По «ветровым весам», укрепленным на крыше вагона, регистрировались сила и направление ветра.

Для определения сопротивления движению паровоза и поезда в целом Гуч использовал индикатор собственной конструкции, который давал развернутую диаграмму. На основании опытных данных была составлена формула для определения удельного сопротивления движению паровоза с тендером:

$$w = 6 + \frac{V^2}{240} \left(2 + \frac{V^2}{600} \right) \left(\frac{P+Q}{P} \right),$$

где w — удельное сопротивление движению паровоза с тендером (фунт/т); V — скорость (миль/час); P — вес паровоза с тендером (т); Q — вес состава (т).

Из формулы, в частности, видно, что это сопротивление Гуч считал зависящим от веса всего поезда и, следовательно, от мощности, которую должен развивать паровоз. Этот важный фактор, к сожалению, не учитывался рядом последующих исследователей.

Опыты Гуча далеко вышли за пределы поставленных целей. Помимо данных по сопротивлению движению паровоза, они дали богатый материал о работе пара в цилиндрах паровозной машины. Кроме снятия индикаторных диаграмм, во время опытов производился замер давлений пара в котле и золотниковой коробке, отмечалась степень наполнения паровой машины. Было вычислено среднее индикаторное давление для различных режимов работы паровоза. Результаты этих опытов были в дальнейшем использованы для вывода расчетных формул по определению силы тяги паровоза.

В 1850 г. аналогичные опыты, но уже с замерами расходов воды и топлива, проводит видный английский экспериментатор и теоретик Д. Кларк (D. Clark). Индикатор, примененный Кларком при этих опытах, в отличие от индикатора Гуча давал замкнутую диаграмму, что было более удобно для определения индикаторной работы. Диаграммы снимались через 1—2 мили, одновременно отмечалась степень наполнения паровой машины. Как и при опытах Гуча, индикатор устанавливался только на передней полости одного цилиндра, полученная диаграмма принималась для определения работы в обеих полостях каждого из цилиндров. По замечанию самого Кларка, это могло давать ошибку до 5%.

Кларк также исследовал вопрос конденсации пара в цилиндрах паровой ма-

² D. K. Clark. Railway machinery. Glasgow, Edinburgh and London, 1861.

³ K. Smith. Stages in the Development of a Railway Dynamometer Car. The Journal of the Institution of Locomotive Engineers, v. 36, 1946, № 192, p. 348—352.

⁴ D. K. Clark. Railway machinery. 1861.

⁵ D. K. Clark. Railway machinery. 1861.

шины паровоза. Для этого, кроме снятия индикаторных диаграмм, он измерял расход воды из тендера (при замере уровня воды в паровозном котле подгонялся к первоначальному). Сравнивая расход пара, получаемый расчетом по индикаторным диаграммам, с расходом воды из тендера, Кларк определял потери воды с начальной влажностью пара и добавочный расход пара на конденсацию в цилиндрах. В ряде случаев по расчетам получалось, что потеря на конденсацию отсутствует. Это указывает на ошибочность принимавшихся при расчетах допущений о состоянии пара в отдельных точках индикаторной диаграммы и на недостаточность замора среднего за поездку расхода воды.

Для определения сопротивления движению состава Кларк применял динамометр — сильную плоскую пружину, которая включалась между первым вагоном и тендером. Сопротивление движению паровоза определялось по индикаторным диаграммам, снимаемым при движении паровоза без состава на малых скоростях. В отличие от Гуча, Кларк проводил опыты с различными паровозами на участках переменного профиля и большой длины (за время опыта поезд проходил дистанцию до 160 км). Обработав результаты своих опытов, а также данные опытов других исследователей, Кларк предложил формулу для определения удельного сопротивления движению поезда:

$$w = 2,4 + \frac{v^2}{1000} \text{ [кг/т]}.$$

Этой формулой продолжительное время пользовались на железных дорогах ряда стран.

Опыты Кларка явились первыми тягово-теплотехническими испытаниями паровозов. Подобные опытные исследования локомотивов в условиях их обычной работы получили в дальнейшем широкое распространение и сохранили свое значение до наших дней.

К концу 50-х годов XIX в., когда паровозостроение начало развиваться во многих странах, возникла необходимость в проектных расчетах паровозов. Одной из первых задач было определение индикаторной силы тяги паровоза по заданным размерам цилиндров, диаметру движущих

колес, величине котлового давления и степени наполнения паровой машины. При этом ценным материалом явились опытные данные. Так, на основании обработки опытов Гуча, Кларком была предложена формула для определения среднего индикаторного давления. Несмотря на то, что опытные данные указывали на существенную зависимость среднего индикаторного давления от скорости, Кларк считал возможным при выводе формулы исключить скорость движения паровоза из числа переменных. Он предложил формулу следующего вида:

$$p_i = (13,5 \sqrt{\epsilon} - 28) \frac{P}{100},$$

где p_i — среднее индикаторное давление; P — максимальное давление в цилиндре; ϵ — степень наполнения цилиндров. По мнению самого автора, формула давала точные значения для «обычных» скоростей паровозов. При малых скоростях значения среднего индикаторного давления получались заниженными, а при высоких — слегка завышенными⁶. Это замечание Кларка дает основание полагать, что им была отмечена зависимость среднего индикаторного давления (а следовательно, и силы тяги паровоза) от скорости движения.

Необходимо отметить, что в дальнейшем предлагались различные формулы для определения среднего индикаторного давления, но все они давали более или менее точные результаты лишь для одинаковых паровозов и не могли заменить опытных исследований.

До 50-х годов XIX в. исследования паровозов проводились в основном в Англии. В 60—70-х годах, в связи с ростом железнодорожной сети в Европе, испытания паровозов (главным образом, опыты по определению сопротивления движению подвижного состава) начали широко проводиться на железных дорогах Франции и Германии. В России первые значительные экспериментальные исследования работы паровозов были предприняты в конце 70-х годов прошлого столетия.

С. А. Шлыкова

⁶ D. K. Clark. Railway machinery. 1861, p. 116.

СТАЛЕЛИТЕЙНЫЙ МАСТЕР П. Н. ШВЕЦОВ

История металлургии сохранила имена многих русских мастеров, нововведения и изобретения которых зачастую коренным образом изменяли существовавшие производственные процессы. Среди этих имен в литературе по истории металлургической промышленности Южного Урала неоднократно упоминается имя мастера-сталелиейщика Златоустовского завода Павла Николаевича Швецова. К сожалению,

до последнего времени не были известны достаточно полные и достоверные сведения о его жизни и деятельности. Только теперь — по архивным материалам и по воспоминаниям близких к нему людей — оказалось возможным в некоторой мере восполнить этот пробел.

П. Н. Швецов родился в 1841 г. в семье мастера «по железнному делу» Николая Ивановича Швецова, переведенного («вы-

писанного») на Златоустовский завод с Екатеринбургских заводов в первой трети прошлого столетия. Тринадцатилетним мальчиком, по окончании начальной горно-заводской школы, он был отдан в ученики к заводскому механику Девиллеру, прошел долгую и суровую школу тогдашнего заводского ученичества и с 1862 г. был зачислен токарем «при сверлении ружейных стволов»¹.

В 1866 г. — по просьбе отца — Павел Николаевич был определен на Князе-Михайловскую сталелитейную фабрику (цех) Златоустовского завода², основанную в конце 50-х годов прошлого века П. М. Обуховым для производства литой тигельной стали. Здесь, работая сначала помощником машиниста, а с 1870 г. — машинистом воздуходувной машины³, он хорошо ознакомился с процессами сталеварения. Семью годами позднее П. Н. Швецов был переведен мастером в тигельный цех, изготовлявший плавильные тигли для регенеративных печей Сименса. Наконец, в 1880 г., с введением на Златоустовском заводе мартеновского производства, он назначается старшим мастером сталелитейного цеха.

К этому времени им были практически освоены почти все заводские профессии (слесари, токари, кузнецы, литейщики и др.). Но особого мастерства достиг он именно в выплавке тигельной и мартеновской стали. «К числу особых заслуг

¹ Златоустовский архив Челябинской области (ЗАЧО), ф. 18, оп. 23, л. 2, л. 189. «Об определении и увольнении служащих и рабочих».

² «Урал». Справочная книга, составленная Доброхотовым. Пг., 1917.

³ ЗАЧО, ф. 18, оп. 23, л. 2, л. 139.

Швецова, — отмечалось в ведомости к награждению по Министерству земледелия и государственных имуществ, — следует отнести освоение мартеновского производства на основном поду. Путем продолжительных трудов и старания со стороны мастера дело это, трудное и ответственное, шаг за шагом приняло то прочное положение, которое оно сейчас (в 1902 г. — Авт.) имеет и дает возможность с большими успехами и выгодой готовить в высшей степени мягкое и чистое железо, качество которого делает Златоустовский завод одним из первых на Урале. Участие П. Н. Швецова в этих работах и, позднее, в работах по пуску и освоению так называемой Ермоловской доменной печи дважды отмечалось награждением медалями «За усердие» — малой серебряной (1894 г.) и большой золотой (1902 г.)⁴.

Однако сталеварение интересовало Швецова не только как сложный технологический процесс, требующий большого искусства, и заслуги его как опытного мастера не ограничиваются участием в строительстве и эксплуатационном освоении различных типов плавильных печей, последовательно вводившихся на Златоустовском заводе с начала 80-х годов. Много лет он настойчиво работал над получением новых сортов стали — нержавеющей (с высоким содержанием хрома), быстрорежущей инструментальной и др.

В Златоустовском краеведческом музее хранится записная книжка П. Н. Швецова, в которой он отмечал состав шихты и результаты опытных плавок высокохромистой стали, проводившихся им в 1884 г. Вот некоторые данные из этих записей.

⁴ Там же, лл. 177 и 190.

Шихтовые материалы	Весовые соотношения материалов в шихте		
	№ 1	№ 2	№ 3
Сталь пудлинговая *	20 ф.	20 ф.	—
Железо кусинское цементованное темное	—	—	20 ф.
Хром	15 ф.	15 ф.	15 ф.
Марганец	1/2 ф.	1/2 ф.	1/2 ф.
Кремний	6 золотн.	6 золотн.	6 золотн.
Известь	15 золотн.	15 золотн.	10 золотн.
Уголь	3/4 ф.	31 золотн. (≈ 1/3 ф.)	1/2 ф.
Свойства выплавленной стали	не куется; очень крепкая; похожа на зеркальный чугун	куется, но очень крепкая; до белого каления нагреть нельзя	куется хорошо

* В подлинной записи употреблено слово «подленг[овая]» — производное от русского «под» печи, в которой варилась сталь, заменившее исходный английский термин «to puddle» — пудлинговать.

В «хром», в свою очередь, входили:

хромовая руда	20 ф.
марганец	2 ф.
кварц	8 ф.
уголь	1 ф.

По этим записям можно судить, насколько велико было содержание хрома в выплаваемой стали.

Опыты Швецова по выплавке легированных сталей не были первыми по времени выполнения. Различные литературные источники датируют начало изготовления нержавеющей сталей 1875 г.⁵ и даже 1869 г. (правда, без ссылок на имена экспериментаторов и без указания места производства)⁶. Но очевидно, что опыты уральского мастера явились одними из наиболее ранних и были поставлены самостоятельно, без заимствования и повторения сделанного другими. Можно предположить также, что они проводились П. Н. Швецовым и в предшествующие годы и что именно тогда определялись и проверялись им легирующие свойства и дозировка присадок хрома. Во всяком случае записи 1884 г. не содержат никаких указаний на поиски оптимальных весовых соотношений между двумя основными компонентами шихты — сталью и хромом. Эти соотношения, по-видимому, принимались уже как установившиеся и неизменные; варьировалось только содержание углерода в шихте, весьма существенное для выявления влияния различного количества углерода на свойства высокохромистой стали.

Результаты изложенных здесь опытов П. Н. Швецова не нашли применения в практике производства. Значительно более эффективными были его работы по изготовлению булатной стали, «секретом» которой он владел в совершенстве. Лучшие свойства этой стали достигались им при плавке шихты, состоявшейся из 1½ фунтов кричного железа, ¼ фунта зеркального чугуна, 1½ золотников синеродистого кали и ½ золотника марганцовистого чугуна⁷. Плавка велась в графитовых тиглях в регенеративной печи Сименса. Получавшиеся «хлебцы» булата содержали 1,55% углерода; 0,72—0,73% хрома; 0,86—1,04% вольфрама; 1,52—1,64% марганца и 0,84—0,87% кремния и отличались хорошим рисунком (узором)⁸.

Столь же успешной была работа мастера по выплавке тигельной «кованцевой» стали, использовавшейся на Златоустов-

ском заводе для изготовления «кованцев», — заготовок различного рода холодного оружия. Вводя в состав шихты некоторое количество руды, содержащей окись титана, Швецов повышал качество выплавленного металла.

Тогда же П. Н. Швецовым производилась плавка быстрорежущей инструментальной стали, которую он называл «самозакалкой»; она изготовлялась им в очень небольшом количестве. Из этой стали мастер делал резцы для механического и снарядного цехов Златоустовского завода. За пределами завода эта сталь не распространялась, не была известна или недооценивалась она и заводской администрацией. В 1903 г., когда завод приступил к производству тигельной инструментальной стали, для помощи в освоении ее производства был заключен специальный договор с австрийской фирмой бр. Беллер, поставившей в Россию высокоуглеродистую инструментальную сталь марки «рапид». Особые пункты договора охраняли исключительное право фирмы на рецепты приготовления такой стали и на сбыт ее в России и за границей в течение последующих десяти лет⁹. За очень короткий срок завод не только освоил процессы плавки, но и добился улучшения качества выплаваемой стали; при этом выяснилось, что сама сталь подобна «самозакалке» Швецова. Договор с фирмой был досрочно расторгнут. В дальнейшем изготовлявшаяся на заводе инструментальная тигельная сталь, рекомендованная «для быстрорежущих резцов и обработки самых твердых материалов», получила официальное название стали «рапид-самозакалка».

Работая много лет по эксплуатации тигельных плавильных печей, П. Н. Швецов уделял большое внимание выбору материалов и изготовлению плавильных тиглей. Тигли, изготовлявшиеся из импортного графита, обходились очень дорого, выдерживая одну — две плавки. Еще П. П. Аносов в бытность свою горным начальником Златоустовских заводов предпринял успешную попытку замены привозного тигельного сырья местными графитами¹⁰. С 80-х годов П. Н. Швецов и его младший брат Николай Николаевич Шведов снова начали поиски в этом

⁹ ЗАЧО, ф. 18, оп. 23, д. 33, л. 15. В этом же договоре определялось также исключительное право фирмы бр. Беллер на рецепты изготовления стали для ружейных стволов, хотя Златоустовский завод еще в 80-х годах прошлого столетия дважды награждался серебряными медалями за качественное производство подобной стали (см. «Прейскурант изделий Златоустовской оружейной фабрики». Златоуст, 1916, стр. 2).

¹⁰ И. Н. Богачев. П. П. Аносов и секрет булата. М.—Свердловск, 1952, стр. 86.

направлении. В результате, на заводе были введены, помимо графитовых тиглей, более дешевые конусовые тигли и шамотные тигли из отборной белой глины.

Отдельное место в работах П. Н. Швецова занимали выплавка и закалка броневой стали, производство которой основывалось Златоустовским заводом в 1905 г. Закалку этой стали завод обязывался выполнять по способу, принятому Пермским и Тульским заводами и заключающемуся в постепенном нагреве изготовленных снарядных корпусов с различной температурой для головок и днищ корпусов и в последующем охлаждении их в слабом растворе каустической соды. Швецов отказался от этого способа и предложил вести закалку с охлаждением лишь

части снарядного корпуса в специальных ящиках, заполненных водой и снабженных крышками с отверстиями, через которые закаливаемые изделия могли погружаться в воду на определенную глубину. На полигонных испытаниях лучшие результаты показали снаряды, закаленные по способу Швецова.

П. Н. Швецов фактически проработал на заводе семьдесят лет. В 1914 г. он ушел на пенсию, но и в последующие годы его неоднократно привлекали к работам по устранению аварий в заводских цехах и по освоению новых плавильных печей.

Скончался П. Н. Швецов в Златоусте 24 декабря 1919 г.

Г. В. Швенов
(Златоуст)

НОВЫЕ МАТЕРИАЛЫ О А. И. БАХМУТСКОМ

В августе 1957 г. исполнилось 25 лет со времени проведения первых успешных испытаний угледобывающего комбайна — машины, специально созданной для зарубки, отбойки и погрузки угля в лаво. Создателем этого комбайна является талантливый советский изобретатель Алексей Иванович Бахмутский.

Простой донецкий шахтер, А. И. Бахмутский всю свою жизнь посвятил делу механизации угольной промышленности. Он прошел путь от электрослесари до главного механика одного из крупнейших угольных трестов. Многие изобретения А. И. Бахмутского по сей день используются в угольной промышленности не только Советского Союза, но и других стран.

О жизни и творчестве А. И. Бахмутского опубликовано несколько работ¹, однако ни одна из них, равно как и данное сообщение, не претендует на полноту

¹ С. В. Шухардин. Первый промышленный образец горного комбайна. «Изв. АН СССР», ОТН, 1953, № 10; Г. М. Добров. Первенство СССР в создании угледобывающих комбайнов (из истории техники горного машиностроения). Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук. Изд. АН УССР, Киев, 1954; С. В. Шухардин. Первый советский угольный комбайн. Углетехиздат, М., 1954; А. В. Топчиев. История развития комбайностроения в СССР. «Труды по истории техники», вып. IX, Изд-во АН СССР, 1954; М. Карпов. Знания подземной революции, ДНТБУ. Харьков, 1932; Г. М. Добров. Видатний радянський винахідник О. І. Бахмутський. «Вісник АН УРСР», Київ, 1954, № 12; Б. Галкин. Чудесная сила. Изд. «Советский писатель», 1954.

освещения темы. Встречаются в этих работах и противоречия. В последнее время стал известен ряд новых материалов о Бахмутском, некоторые из них публикуются ниже.



А. И. Бахмутский

В изданных ранее работах о А. И. Бахмутском не было удовлетворительного портрета изобретателя. Родной брат Алексея Ивановича — Федор Иванович Бахмутский (сотрудник Донецкого филиала Гипроуглемаша) любезно передал нам публикующую здесь фотографию А. И. Бахмутского. По всей видимости, это один из

последних фотоснимков изобретателя. Он относится к середине 1939 г.²

АНКЕТА А. И. БАХМУТСКОГО

1. Фамилия, имя, отчество: Бахмутский Алексей Иванович

2. Год рождения: 1923

3. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

4. Образование: Среднее

5. Специальность: Инженер

6. Место работы: Донецкий комбайновый завод

7. Должность: Инженер

8. Дата рождения: 1923

9. Место работы и должность: Донецкий комбайновый завод

10. Дата рождения: 1923

11. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

12. Место работы: Донецкий комбайновый завод

13. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

14. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

15. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

16. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

17. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

18. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

19. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

20. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

21. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

22. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

23. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

24. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

25. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

26. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

27. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

28. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

29. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

30. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

31. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

32. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

33. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

34. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

35. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

36. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

37. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

38. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

39. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

40. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

41. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

42. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

43. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

44. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

45. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

46. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

47. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

48. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

49. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

50. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

51. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

52. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

53. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

54. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

55. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

56. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

57. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

58. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

59. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

60. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

61. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

62. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

63. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

64. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

65. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

66. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

67. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

68. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

69. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

70. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

71. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

72. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

73. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

74. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

75. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

76. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

77. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

78. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

79. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

80. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

81. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

82. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

83. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

84. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

85. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

86. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

87. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

88. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

89. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

90. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

91. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

92. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

93. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

94. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

95. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

96. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

97. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

98. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

99. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

100. Место рождения: Донецкая область (Славянск)

Анкета А. И. Бахмутского

Интересна также найденная нами в фондах Центрального архива Министерства угольной промышленности СССР³ анкета изобретателя — «статистический вопросник». Эта анкета, собственноручно заполненная А. И. Бахмутским в 1937 г., позволяет уточнить год рождения изобретателя. В Большой Советской Энциклопедии⁴, а затем и в ряде других работ ука-

зывалось, что он родился в 1894 г. в то время, как сам изобретатель называл 1893 г.

В приведенном документе говорится также о том, что А. И. Бахмутский начал свою трудовую деятельность 12-летним подростком. Несмотря на отсутствие систематического образования, А. И. Бахмутский стал крупным изобретателем — новатором техники. На вопрос анкеты «Впервые ли даёте изобретение, если давали, то сколько?» — Бахмутский отвечает: «В горной промышленности три». Далее автор называет эти основные, по его мнению, изобретения: «Комбайн горный системы Бахмутского, передвижка копров и замена деревянных на металлические». Здесь не названы другие изобретения А. И. Бахмутского, относящиеся, в частности, к военной технике. Не говорит также изобретатель и о многих практических усовершенствованиях, повседневно способствовавших техническому прогрессу угольной промышленности.

Об одном из таких технических новшеств, внесенных А. И. Бахмутским, имеются данные в отчете Донугля (Объединения Донецкой каменноугольной промышленности) за 1927/28 хозяйственный год⁵. Здесь указано, что широкое практическое применение на качающихся конвейерах реконструированной А. И. Бахмутским приводной головки дало по одному только Первомайскому рудоуправлению годовой экономический эффект около 19 тыс. руб.

Трудовая жизнь и техническое творчество А. И. Бахмутского исследованы еще недостаточно. Необходимо собрать все документы об этом замечательном советском изобретателе и создать монографию о его жизни и деятельности.

Г. М. Добров
(Киев)

⁵ ЦА МУП СССР, ВСНХ, «Донуголь» — Платово-финансовое Управление, св. 15, д. 1, л. 239.

² А. И. Бахмутский трагически погиб в сентябре 1939 г. при испытаниях нового угледобывающего комбайна.

³ ЦА МУП СССР, ф. НКУП ВРИЗ, св. 62, д. 159. Горный комбайн, л. 55.

⁴ Бахмутский Алексей Иванович. БСЭ, изд. 2, т. 4, 1950.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР ИНСТИТУТ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

1957

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Вып. 5

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

S. F. MASON. *A History of Sciences. Main Current of Scientific Thought.* London. 1953.

С. Ф. МЕЙСОН. *История естественных наук.* Главное течение научной мысли. Лондон. 1953.

Автор труда «История естественных наук», молодой ученый (род. 1923 г.), биохимик, специалист по антималярийным медикаментам. С 1947 г. он начал заниматься историей науки, в частности исследованием связи между реформацией и научной революцией XVI—XVII вв. Данная работа является его первой большой книгой. В ней Мейсон делает попытку дать обобщающую картину развития естественных наук на протяжении всей их истории, а главное — выявить основные движущие силы и тенденции развития научной мысли. Задача эта не из легких.

В качестве отправного автор избрал положение, что деятельность человечества издревле состояла, с одной стороны, из практического использования физического мира, а, с другой, — из построения теоретических образов этого мира в воображении человека.

Книга Мейсона выгодно отличается от других обобщающих исследований, выходящих в капиталистических странах. Авторы большинства из них либо считают, что наука развивается исключительно по собственным имманентным законам, что научное мышление представляет собой филиацию идей, либо, по меньшей мере, отрицают определяющую роль материального производства в ее развитии. Наконец, находятся ученые, которые не признают влияния на развитие науки философии и всей совокупности общественного сознания.

В то же время Мейсон все еще очень далек от правильного понимания общественного процесса и его исторических закономерностей. Говоря о революции (во Франции и в России), он лишь упоминает о ее влиянии на развитие техники и естествознания, не останавливаясь на ее причинах и содержании. Находясь в вопросах общественного развития под влиянием позитивизма, Мейсон, ради мнимой объек-

тивности, не вникает вглубь экономических и политических причин, остается на поверхности явлений.

Поэтому автору удается установить в истории науки лишь одну общую закономерность, а именно: он отмечает, что все цивилизации, предшествовавшие современной европейской, характеризовались тем, что практическое исследование природы и построение теоретических моделей мира были обособлены друг от друга, между тем как современная нам наука явно отличается их сочетанием. Подобное разобщение, существовавшее в прошлом, повлекло за собой, по мнению автора, то, что наука занимала лишь небольшое место в повседневной жизни людей. В начале Нового времени, после появления научного метода, наука стала приобретать все большее жизненное значение, принося с собой громадные изменения как в практической производственной деятельности, так и в философском мышлении. Но так ли это на самом деле?

Бесспорно, что с развитием человеческого общества естествознание приобретает все большее и большее значение, что научное мышление все больше вытесняет суеверия и религиозное мышление. Но верно ли, что этим мы обязаны процессу сближения практики и теории? Исторические факты, приводимые самим Мейсоном, опровергают это утверждение.

Зачатки нерасчленимых знаний тесно переплетались у первобытного человека с его производственной деятельностью. С самого начала тенденции развития общества характеризовались разделением труда, не только все больше возрастающим, но и приобретшим двойственный характер: наряду с техническим в классовом обществе появилось общественное разделение труда. Однако вместе с прогрессирующей специализацией трудовых навыков и знаний появилась и необходи-

мость их синтеза, тем более настоятельная, чем труднее становилось совместить в одном лице все эти навыки и знания.

Таким образом, в истории человечества совершается не одно только сближение практического исследования природы в процессе трудовой деятельности с теоретическим, философским осмысливанием мира, но и все возрастающее расхождение их.

Оба эти процесса пронизывают друг друга неустанно, влияют друг на друга, они — две взаимно противоположные стороны единого исторического процесса, выражающего отношение общественного человека к окружающей его природе. Следовательно, Мейсон, подметивший лишь одну из сторон этого процесса и возведший ее в единственный универсальный закон, лишил себя возможности познания более глубоких коренных стимулов развития науки.

Книга Мейсона состоит из шести частей: наука в древности; наука на Востоке и в средневековой Европе; научная революция в XVI и XVII вв.; наука XVIII в. — развитие национальных научных традиций; наука XIX в. — действие промышленных и интеллектуальных перемен; наука XX в. — новые области и новые силы. Как видно из самого оглавления, здесь отсутствует хотя бы попытка научной периодизации, наличие просто чисто прагматический подход.

Мы не станем разбирать одну главу за другой, а будем отмечать отдельные погрешности, а тем более предьявлять к автору претензии, связанные с неполнотой изложения. Нельзя, в самом деле, требовать, чтобы, например, на восьми страницах, которые отведены естествознанию и математике древнего Египта и Междуречья, содержался более чем беглый очерк, суммирующий результаты новейших исследований историков науки. Когда Мейсон излагает факты, он делает это четко и доступно пониманию неспециалистов. Но там, где он дает свою интерпретацию фактов, пытается подвести их под свой основной тезис, там получается пеладно. Так, он приводит поддержку из египетского папируса, относящегося примерно к 1100 г. до н. э., где отец советует сыну стать писцом, «чтобы защитить себя от всякого рода тяжелого труда и стать высоко уважаемым чиновником. Писец изобавлен от всякой ручной работы, это он распоряжается ею». «Я не встречал кузнеца, — говорится далее, — назначенного на государственную должность, литейщика, участвующего в посольстве». Это яркое свидетельство антагонизма между эксплуататорами и эксплуатируемыми в древнеегипетском обществе Мейсон истолковывает как сразыв между

жреческо-чиновничьей и ремесленнической традициями» (стр. 12), приведший к окостенению как одной, так и другой.

Не останавливаясь на других положениях автора, относящихся к миновавшим периодам истории естествознания, обратимся к современности, представляющей, понятно, особый интерес. Заключительная глава, посвященная современности, начинается с рассмотрения некоторых аспектов новейшей биологии. Излагая историю хромосомной концепции наследственности, Мейсон четко разграничивает экспериментально установленные факты и умозрительные построения. Не высказывая своего отношения к последним, он без предвзятости приводит доводы за и против борющихся школ.

Следующие две части последней главы посвящены истории возникновения теории относительности, а также квантовой теории и атомной физике. Теорию относительности Мейсон правильно понимает как своего рода завершение наметившейся еще в начале Нового времени тенденции — устранения из науки представлений о существовании каких-то привилегированных точек во Вселенной. Вместе с тем он справедливо отмечает, что истолкование общей теории относительности в том смысле, будто смена дня и ночи, сплюснение Земли на полюсах, вращение плоскости маятника и тому подобные явления одинаково могут быть объяснены либо суточным вращением Земли вокруг ее оси, либо вращением всей Вселенной вокруг Земли, приводит при второй альтернативе к неустранимой трудности все большего возрастания скоростей вращения тел с увеличением их расстояния от Земли, а значит, беспредельного роста энергии. Теорию квант Мейсон рассматривает как известное развитие наметившейся в XIX в., особенно в Германии, склонности к дискретным теориям в тех областях естествознания, где до того преобладала точка зрения непрерывности (клеточная теория и теория наследственности Негели и Вейсмана в биологии, взгляды Фехнера, Вебера, Римана, Кирхгофа и Клаузиуса, противостоящие взглядам англичан — Фарадея, Кельвина, Максвелла и Фитцджеральда — на электричество).

В следующей части главы речь идет об астрофизике, о гипотезах (автор называет их «теориями»), касающихся строения Вселенной. Как и предыдущие три части, она представляет собой почти протокольный обзор исторического развития этой области знаний. В ней отдано должное определяющей роли технических усовершенствований при формировании теорий, но упущены из виду философские выводы из этих теорий, освещающие мировоззрение, выводы, имеющие здесь, когда дастся ответ на вопрос о конечности или бесконечности мира не только в пространстве, но и во времени, действительно фундаментальное значение.

В следующих двух частях этой главы говорится об общественных условиях развития науки в XX в. В первой из них Мейсон рассказывает о влиянии национальных движений, во второй — национализма на развитие естествознания в Германии и Италии.

Полезно напоминание о вреде, который нанес национализм германской науке. Мейсон указывает, что в 1914 г. 93 выдающихся германских ученых подписали манифест, обвинивший ученых стран, воювавших с Германией, в плагиате и провозглашавший приоритет и превосходство германской науки во всех областях. Лишь немногие ученые Германии, в том числе и Эйнштейн, не поддались тогда этому шовинистическому движению. После первой мировой войны среди германских ученых появились приверженцы национал-социализма. Вначале это были лишь одиночки, например, физики Ленард и Штарк. После же захвата власти Гитлером фашистский режим стало поддерживать большинство ученых и лишь немногие, как, например, Лауэ, сумели избежать влияния расистской идеологии. Мейсон на фактах показывает, к какому спаду привел национализм германскую науку вообще, а в особенности физико-математические дисциплины. Число студентов, занимающихся этими дисциплинами, уменьшилось с 12951 в зимнем семестре 1932/33 г. до 4616 в 1936/37 г. Понижился и уровень преподавания, поскольку преподаватели подбирались не по знаниям, а по расовому признаку и проявленному ими верноподданническому рвенню.

Гитлеризм выступал против теоретического мышления, поощрял узкий эмпирический практицизм, и Мейсон напоминает, что в 1937 г. Штарк опубликовал в органе эсэсовцев «Das schwarze Korps» (а также в журнале Британской Научной Ассоциации «Nature») антисемитскую статью, в которой он «доказывал», что теоретическое мышление является извращенной еврейской выдумкой, между тем как прагматическая наука — это дело нордической расы, человека действия.

Нацизм разрушал науку. Под влиянием нацистских воззрений германские ученые не давали ходу новым идеям, шедшим как из-за рубежа, так и из рядов собственной молодой смены. Возродилась средневековая астрологическая мистика. Проводились зверские эксперименты на живых людях. Фундаментальные теоретические исследования сократились. В более смягченном виде это имело место в фашистской Италии. Мейсон приходит к выводу, что «общество, порождающее противоположные науке моральные ценности и поддерживаемое ими, становится в наше время исторически все менее и менее действительным» (стр. 476).

Далее Мейсон знакомит читателя с «некоторыми аспектами американской и советской науки». Собственно говоря,

здесь речь идет лишь об одном аспекте, снова о противоположности между практической и теоретической тенденциями в науке. Россия, заявляет Мейсон, давала преимущественно теоретический вклад в науку, о чем свидетельствуют имена Лобачевского, Менделеева и Павлова. В США с самого начала развивалась преимущественно, за исключением Гиббса, прикладная наука. И хотя ныне эти крайности несколько сблизились, все же наиболее характерным для современной американской науки является создание атомной бомбы, между тем как отличительным признаком советской науки являются теоретические дискуссии по основным проблемам современного естествознания.

Мейсон отмечает, что господствующие в американской науке практицизм, недооценка теории вызвали озабоченность в США и что в 1950 г. Конгресс образовал Национальный исследовательский фонд (National Science Foundation) для финансирования теоретических исследований. Однако, отмечает автор, американский практицизм сказался и здесь, так как в принятом Конгрессом законодательном акте содержится особый пункт, согласно которому фонд обязан «проявлять инициативу и поддерживать прикладные исследования военного значения, которые потребуют военного министерства» (стр. 479).

Мейсон продолжает не называть капитализм капитализмом и вообще не вникать в подлинные социальные причины явлений. Он объясняет утилитарный характер американских научных тенденций не тем, что науку вынуждают там служить обеспечению и увеличению прибылей капиталистических монополий, а тем, что США до недавнего времени имели небольшую плотность населения при обилии естественных богатств. Вот почему естествознание должно было здесь искать приложения, берегающие труд, и средства сообщения, преодолевающие дальние расстояния. Вот почему здесь возникла и философия прагматизма Пирса и Джемса, согласно которой «истина — это лишь уловка (expedient) нашего способа мышления, конечно, в общем и целом», ибо «мысль истинна постольку, поскольку мы полагаем, что она прибыльна (profitable)» (стр. 480). И эту философию беззастенчивого капиталистического предпринимательства и жизни Мейсон считает отражением стремления облегчить труд американских пионеров — лесорубов и земледельцев!

В противоположность Америке XIX в. в России, отмечает Мейсон, не было недостатка в рабочей силе, а естественные богатства в значительной мере контролировались правительством, как в Англии в начале правления Стюартов или во Франции в XVIII в. Такое положение порождало среди русской интеллигенции XIX в. дух критики и бунта. И подобно тому, как это делали французские фило-

софизм, русская интеллигенция использовала естественнонаучные теории для того, чтобы подвергнуть сомнению идеинные устои современного им общества. Так, петербургский зоолог Кесслер и его последователи — Кропоткин и Новиков, излагая дарвинизм, выпячивали внутривидовую взаимопомощь для обоснования своих общественных теорий. Кроме того, контраст между практическим (направлением американской и теоретическим направлением русской науки происходил также оттого, что первая формировалась под влиянием английской, между тем как вторая — под влиянием французской научной традиции, ибо Петербургская Академия наук была создана по образу Парижской, и в XVIII в. многие французские ученые, среди которых был и знаменитый Дидро, гостили в Петербурге. . . .

Мы намеренно привели все эти рассуждения, чтобы читатель мог убедиться в их крайней поверхностности, детском простодушии и беспомощности. Но вот «во время русской революции, также как и во время французской, деятельность ученых была направлена на практические цели, и одновременно предпринимались попытки подготовить больше научных работников, чтобы усилить научную деятельность в стране. Однако беспорядки (disorders), последовавшие за русской революцией, были больше, чем те, которые последовали за французской, и эти попытки дали плоды лишь с 1930 г.» (стр. 481). Вот как деликатно излагает Мейсон историю, умалчивая, что «беспорядки» состояли в интервенции 14 государств, пытавшихся задушить молодую Советскую республику, и что среди них Англия занимала ведущее место.

Мейсон приводит затем цифры, показывающие рост количества научных и высших учебных заведений, научных и преподавательских кадров и студенчества в СССР. Он приводит их по книге С. И. Вавилова, изданной к 30-летию советской науки — единственному источнику, из которого он почерпнул свои знания как о российской, так и о советской науке¹. В этом отношении книга Мейсона немногим отличается от большинства выходящих на Западе сочинений по истории науки и техники — имена русских и вообще славянских ученых упоминаются в них крайне редко (однако авторы этих

¹ Кроме работ Вавилова, автор ссылается лишь еще на одну советскую работу, а именно: на «Социальные и экономические корни «Начала» Ньютона» Б. М. Гессена, опубликованную на английском языке в 1931 г. в Лондоне в сборнике «Наука на распутье» (Science at the Cross Roads), содержащем доклады советской делегации на Международном конгрессе истории естествознания и техники. Эта работа часто цитируется в прогрессивных сочинениях за рубежом.

произведений виновны в этом лишь наполовину, но меньше и наша вина; мы сделали и делаем крайне мало для того, чтобы история советской, российской науки и науки славянских стран стала доступной для зарубежных читателей).

Но это обстоятельство не может служить оправданием тому, что Мейсон не познакомился с источниками, имеющимися на его родном английском языке, прежде всего с «Материализмом и эмпириокритицизмом» Ленина, совершенно необходимыми для правильного понимания философии диалектического материализма, которая, как говорит Мейсон, «была использована для духа мятежа в старой России и которая теперь влияет на науку Советского Союза» (стр. 482). Вместо этого он удовлетворился несколькими строчками пересказа положений «Диалектики природы», данного в книге Вавилова, хотя ничто не мешало ему познакомиться с этим трудом Энгельса, равно как и с «Анти-Дюрингом» в английском переводе. Но спасибо и за то, что основные положения диалектического материализма он приводит без извращений, хотя и в крайне упрощенном виде.

Мейсон отмечает далее, что некоторые западные ученые, не принимавшие диалектический материализм, тем не менее сходятся с советскими учеными в критике некоторых положений, принятых большинством западных ученых. Так, Эйнштейн, как и некоторые физики Советского Союза, выступал против индетерминизма Гейзенберга, считая, что «принцип неопределенности» квантовой механики свидетельствует о неполноте этой теории, а не о принципиальной невозможности точно определить одновременно как положение, так и импульс микрочастиц. Своего отношения к этой проблеме автор по-прежнему не высказывает.

С тем же беспристрастием он рассказывает о «подобной», однако более обширной и сложной дискуссии, возникшей в советской биологии относительно того, детерминированы или недетерминированы наследственные изменения в живых организмах» (стр. 483), о спорах вокруг яровизации и гибридации, причем он приводит аргументы и контраргументы как мичуринов, так и менделистов. Он отмечает, что менделисты стоят на механистических позициях, между тем как мичуристы, признающие «взаимодействие между наследственной структурой и веществом тела организма» (стр. 485), — на диалектических.

В то же время, по мнению Мейсона, противоположность обеих школ — это противоположность практиков агрономов-селекционеров (Хаммонд в Англии, Бербанк в Америке, мичуристы в Советском Союзе) и теоретиков-биологов, какими являются менделисты. В подтверждение он приводит тот факт, что некоторые зарубежные профессора биологии, выступаю-

щие за диалектический материализм, отвергают мичурическую точку зрения, между тем как иные агрономы-практики вне Советского Союза, чуждые всякой философии, сочувствуют учению Мичурина и не согласны с его критикой официальной буржуазной наукой. Очевидно, что все это опровергает схему автора: с одной стороны, в советской науке преобладает теоретическое направление, с другой — ее характеризует мичуринская школа, идущая от практики. Что же касается того, кто прав — школа Лысенко или ее противники, то автор предостерегает времени решить этот вопрос: доказательства должны принести практика сельского хозяйства, которая основывается на той или другой теории. Это положение, несомненно, верно в том смысле, что в конечном счете лишь практика является надежной проверкой всякой теории. Но здесь упущена из виду возможность, что каждая из обеих теорий содержит в себе как положительные, так и отрицательные моменты и что истина будет найдена в их синтезе. Упущено также и то, что нигде и никогда практика сельского хозяйства не строилась только на одной из упомянутых теорий.

К каким выводам приходит Мейсон в заключительной части книги? Он их излагает всего на шести страницах под названием «Наука и история». В то время как практическая техническая сторона естествознания, добытые естествознанием факты и эмпирические законы накапливаются и сохраняются, научные теории имеют лишь преходящее значение, они не остаются неизменными.

Если в цивилизациях бронзового века естествознание имело в основном прикладной характер, то в древней Греции оно было преимущественно спекулятивно-теоретическим и таким сохранилось и в цивилизациях Рима, ислама и средневековой Европы, не оказав на них значительного влияния. Однако в Новое время естествознание приобрело большую силу, глубоко воздействовало на весь способ мышления людей, сделав его «мирским» (secularization), охватило многочисленные новые области человеческой деятельности, вытеснило старые традиции и старый уклад жизни.

Лишь в начале нашего века люди стали осознавать, что практическое применение научных открытий влечет за собой зачастую непредвиденные и далеко идущие последствия. Наиболее отчетливо это видно на следующем примере. Сейчас практическое применение науки все больше ограничивают индивидуализм и личная предприимчивость, которые толкали вперед науку при ее возникновении как непосредственно, так и через географические открытия и переворот в промышленности и земледелии. С появлением атомной энергии даже в тех странах, где господствует частная предприимчивость, ее раз-

витие было признано слишком дорогим, непосильным для частного потребления и стало делом государства.

Влияние науки в новое время выразилось также в том, что люди стали все чаще решать споры, исходя из доводов разума, а не из призывов чувства, что люди науки все больше склоняются к рационализму и гуманизму в решении общественных вопросов, выступая против преклонения перед грубой силой и «властным человеком». Научный метод оказывает также некоторое влияние на человеческие оценки, приходящей ему динамичности и свойственной науке изобретательностью, тем, что, как писал Сартон, «наука всегда была революционной и еретической; в этом ее подлинная суть; она перестает быть такой, лишь когда она спит». Влияние научного метода на людей, посвятивших себя науке, все же в большинстве случаев слабо; ибо они, как правило, руководствуются мнением общества, к которому они принадлежат; даже в тех случаях, когда, как это имело место в гитлеровской Германии, эти оценки вредят развитию науки.

Науку нельзя рассматривать ни как историческое явление, вполне обладающее самодвижением, ни как вполне автономный двигатель исторических изменений, хотя она обладает собственными традициями и собственной инерцией. Развитие науки было лишь одним из многочисленных исторических движений, взаимно связанных в одно целое. Практические задачи того или другого исторического периода влияли на эмпирические исследования, предпринимавшиеся учеными данного времени; в то время как интеллектуальные интересы века оказывали влияние на форму, в которой получали выражение научные теории; однако это разделение не было строгим. В прошлом не управляли сознательно силами, содействующими росту науки, и лишь в Новое время научные исследования сознательно и прямо ориентируют на специальные области. При этом выбор таких областей все больше и больше ускользает из рук самих ученых, переходя к промышленным фирмам и министерствам. В Великобритании это привело к тому, что государственные средства, отпускаемые на научные исследования военного значения, выросли с 1936/37 по 1950/51 г. в 67 раз, между тем как за тот же период в области промышленности они выросли в 10 раз, в медицинской — в 9, в сельскохозяйственной — в 8 раз, а затраты на университеты, где ведется главная часть теоретических исследований, увеличились за это время лишь в 6 раз.

Условия, в которых развивается современное естествознание, таковы, что теоретическая наука развивается неравномерно, что секретность, чуждая духу науки, обволакивает ее, что от ученых требуют подчинения их взглядов и точек зрения оценкам групп, господствующих в обществе, что некоторые научные теории

связываются с одной из двух противоположных идеологий середины двадцатого века.

Доказательством того, что ныне естествознание имеет исключительно историческое значение, служит тот факт, что в каждом крупном историческом движении XX в. естествознание является одним из важнейших определяющих факторов.

* * *

Что же сказать об этих выводах? Конечно, они верны, но многие из них по праву покажутся советскому читателю само собой разумеющимися прописными истинами, другие же сформулированными крайне расплывчато, чуть ли не бессмысленно. Все это, повторим, происходит потому, что автор при изучении общественных явлений избегает ставить коренной, решающий вопрос: «qui prodest?» — «кому выгодно?», каким общественным группам, классам, силам выгодно те или другие социальные явления, мероприятия, взгляды. Поставив этот вопрос, Мейсон сумел бы не только внешне описать исторические изменения, которые

претерпело естествознание в прошлом и претерпевает в настоящее время, но при его искреннем стремлении к истине — вскрыть и внутренние причины этих перемен. Он понял бы в частности, что отмеченные в современной науке капиталистических стран уродливые явления вовсе не вызваны природой самой науки, а являются порождением того общественного строя, в котором, как писал Диккенс, все продается и покупается, где вытравляется все живое и человеческое, где все должно служить лишь одной цели — беспощадной борьбе за деньги.

С. Ф. Мейсон, начавший отходить, насколько можно судить по его сдержанным высказываниям, от идеализма в гносеологии, не сумел пока подняться до материалистического понимания истории. Будем надеяться, что этот способный молодой исследователь не остановится на достигнутом, а будет двигаться дальше по пути таких прогрессивных английских ученых, как Дж. Д. Бернал, М. Корнфорт, Дж. Дж. Краузер, Г. Леви, Дж. Нидхэм и др.

Э. Кольман

П. С. КУДРЯВЦЕВ. *История физики*. М., Учпедгиз, т. I, 1956, 560 стр.; т. II, 1956, 487 стр.

В 1948 г. в Учебно-педагогическом издательстве вышел первый том книги П. С. Кудрявцева «История физики» от древнейших времен до 70-х годов XIX в. Это был первый — после книги Н. А. Любимова, опубликованной в конце XIX в., — большой труд по истории физики, написанный на русском языке. Из переводных книг следует напомнить об известной работе немецкого историка науки Розенберга. Книга Кудрявцева, изданная пятидесяти тысячным тиражом, быстро разошлась. Она была переведена также на украинский, польский, венгерский языки. Недавно было осуществлено новое издание первого тома, и одновременно вышел в свет второй том этого труда, посвященный второй половине XIX в.

Первый том книги П. С. Кудрявцева вызвал живой отклик на страницах печати. В ряде рецензий были подвергнуты критике отдельные положения этой книги. В новом издании первый том существенно переработан автором: внесены дополнения о науке Востока, античного мира и Средневековья, пополнена глава о Ломоносове и русской физике XVIII в., произведены некоторые другие более или менее значительные изменения в тексте. Эти изменения, несомненно, способствовали улучшению книги.

Отметим основные положительные стороны труда П. С. Кудрявцева, присутствующие в особенности во втором томе. Главное достоинство — составление книги по истории физики с марксистских позиций. По всем данным — это первая серьезная по-

пытка подобного рода. Впервые весь грандиозный процесс развития физической науки трактуется в связи с историей общественных формаций, связывается с эволюцией производственных отношений и техники. Ничего подобного не было и не могло быть в старых курсах истории науки.

Достаточно в этой связи обратиться к упомянутой книге Розенберга. Розенбергер, собрав обширный и весьма ценный фактический материал, рассматривает историю физики как самодовлеющий процесс, основанный на имманентных причинах. Излишне подчеркивать, насколько подобная трактовка истории физики является односторонней, неверной и по существу идеалистической.

Естественно, что П. С. Кудрявцев рассматривает организационные формы науки, уровень преподавания, возникновение научных школ, созыв международных конгрессов, а также сравнивает состояние науки в различных странах. Все эти важные обстоятельства опять-таки в большинстве случаев выпадали из поля зрения предшествующих авторов. Во втором томе П. С. Кудрявцев подробно анализирует курс экспериментальной физики Ф. Ф. Петрушевского (1874 г.), не отражающий какого-либо мировоззрения автора, и курс физики Н. А. Умова (1900 г.), пронизанный механистическим методом описания явлений природы. В главе V второго тома дается интересная картина состояния физики в различных странах, приводятся данные о числе ученых, количестве университетов и т. д. При описании состояния

физики в конце XIX в. П. С. Кудрявцев широко использует материалы дискуссии на международном конгрессе физиков в Париже в 1900 г. Все это, несомненно, входит в историю физики, так как физическая наука уже к последней трети XIX в. перестала быть ремеслом одиночек и для своего развития потребовала мощных технических средств, создания хорошо оборудованных институтов, организации целых коллективов ученых, расширения международного общения.

Достоинством труда П. С. Кудрявцева является также всесторонний показ вклада русских ученых в развитие физики. Как известно, большинство зарубежных авторов в этом вопросе искажало объективное положение вещей и игнорировало достижения русской науки XVIII и XIX вв. Тот же Розенбергер, скрупулезно отмечая за частую малозначимые работы второстепенных немецких и других авторов, в нарушение исторической истины не упоминает ни Ломоносова, ни Петрова, ни Столетова, а также никого из крупнейших русских электриков (Лодыгин, Яблочков). Даже у М. Лауэ¹, которого нельзя упрекнуть в игнорировании наших отечественных ученых, в новой книге, посвященной общим вопросам истории физики, отмечаются труды Менделеева, Ленца, Гадолина, Федорова, Лебедева и других, но отсутствуют имена Ломоносова, Столетова, Умова. В труде П. С. Кудрявцева отечественной науке отводится подобающее место. Подробно трактуется деятельность Ломоносова, крупных физиков и электриков XIX в. от Петрова до Столетова, Умова, Лебедева и Попова. Отмечается роль Столетова в установлении системы электрических единиц и т. д. Но вместе с тем целесообразность выделения в особую главу (VI глава второго тома) обзора состояния физики в России в конце XIX в. является весьма спорной; такая глава была бы уместна в книге, посвященной истории русской физики и ее взаимоотношений с зарубежной наукой. С другой стороны, интересный материал, имеющийся в главе VI, например, о деятельности знаменитого ученого-революционера Н. А. Морозова, следовало перенести в основную часть. Кроме того, мы считали бы целесообразным, отметив вклад русских ученых XIX в., подчеркнуть относительную слабость русской физики XIX и начала XX в. в противоположность, например, отечественной химии и математики. Это отставание русской физики имеет свое объяснение в общей технико-экономической отсталости старой России.

Существенным достоинством книги П. С. Кудрявцева является характерный для нее «дух современности». Несомненно, всякий серьезный историк физики должен

не только пытаться восстановить картину тех или иных событий прошлого, но и анализировать эти события с точки зрения нынешней науки. Современная атомная, квантовая, релятивистская картина мира, выработанная физикой и находящаяся в процессе непрерывного уточнения, позволяет по-иному переосмысливать все фундаментальные события прошлого, такие как установление электромагнитной теории света, закона сохранения энергии и т. д. С этой точки зрения мнения авторов, трактовавших историю физики с позиций науки XIX в. или даже начала XX в., не могут не быть для нас устаревшими. Во многих местах книги для пояснения П. С. Кудрявцев привлекает данные современной науки, что несомненно следует считать хорошим почином. Самый факт доведения курса физики до открытия кванта-действий Планком, великих открытий электрона, рентгеновых лучей, радиоактивности делает книгу введенным в современную физику XX в.

Заключив краткое перечисление основных достоинств книги П. С. Кудрявцева, следует отметить ее живой язык и удачное использование многочисленных оригинальных отрывков из работ таких крупных ученых, как, например, Томсона и Тэта, Лоренца, П. Н. Лебедева, П. Кюри, Планка, Эйхенвальда и многих других. В целом, несмотря на ряд недостатков, к которым мы перейдем ниже, труд П. С. Кудрявцева является серьезным вкладом в литературу по истории физики. Следует полагать, что новое издание первого тома и второй том «Истории физики» найдут своих читателей среди широких кругов советских физиков, студентов, учителей средней школы.

При всех указанных достоинствах книги автору приходится, однако, сделать много упреков. Во-первых, им далеко недостаточно учтена новейшая (преимущественно иностранная) литература, в частности по истории античности и средневековья. Вообще иностранная литература очень слабо привлечена П. С. Кудрявцевым: в книге мы не видим ссылок на Уиттекера, Хоппе, Польвани, на обширную журнальную зарубежную литературу.

На наш взгляд, весьма серьезным недостатком является также то обстоятельство, что во втором издании первого тома и во втором томе, к сожалению, осталась без изменения искусственная и непоследовательная периодизация. Если, как указывает автор в предисловии, его труд не является историей физики в строгом смысле, но задуман скорее как очерк истории развития физических воззрений, то распределение материала должно было отображать именно это развитие. Однако исторические этапы развития физических воззрений вовсе не совпадают с периодами творчества отдельных, хотя бы и крупных ученых. Поэтому разбивка материала на такие исторические этапы, как «Ньютоновский

¹ М. Лауэ. *История физики*. М., Гостехтеоретиздат, 1956.

или «от Ломоносова до Фарадея», противоречит замыслу автора. Автор ссылается на то, что его периодизация соответствует укоренившейся привычке педагогов, но и такая мотивировка не выдерживает критики, ибо книга призвана прежде всего правильно ориентировать читателя, в том числе и педагога.

На самом же деле труд П. С. Кудрявцева это, конечно, общая история физики с учетом техники эксперимента, сообщением многих организационных данных и с анализом вопросов, что никак не сводится к истории воззрений. Мы не будем возражать против того большого места, которое отведено в книге Галилею, Ньютоном, Ломоносову, но считаем деление на такие периоды крайне неудачным. Остановимся, например, на основном делении, проводящем черту между первым и вторым томами. Первый том охватывает период от древности до Менделеева; последняя глава (XI) этого тома носит название: от Фарадея до Менделеева (1830—1869 гг.). На все это надо возразить, что Менделеев бесспорно является крупнейшей эпохальной фигурой в истории химии и влияние его периодического закона оказалось в XX в. в годы атомно-ядерной физики исключительно большим в физике. Однако в истории физики XIX в. значение Менделеева было значительно более скромным. Сам П. С. Кудрявцев имеет в виду, очевидно, периодический закон, ставя дату 1869 г. Но периодический закон никакого влияния на физику XIX в. не имел и оказался связанным с ней лишь в годы теории Бора и позднее. Интересные догадки Н. А. Морозова и других авторов о строении материи на базе периодического закона (о них говорится в конце второго тома) остались в конце XIX в. неизвестными в науке. Таким образом, считать периодический закон и 1869 г. определенным рубежом в истории физики нам кажется совершенно неоправданным.

Еще один недостаток труда П. С. Кудрявцева, общий для первого и второго томов, заключается в некоторой недооценке автором математических методов физики, ее тесной связи с математикой.

В первом томе, говоря о Средневековье, автор, останавливаясь на истории механики, с одной стороны, и истории схоластики, с другой, оставляет без внимания такие известные фигуры, как Вителло или автора первого в Европе трактата о магните — Пьера из Маригура. Роджер Бэкон изображен по традиции как «одиночка», поскольку не проследжены его связи с наукой Востока и с наукой Оксфорда; самое появление этой фигуры остается для читателя загадочным. Характеристика эпохи Возрождения, в основном, сведена к описанию отдельных выдающихся личностей: Николая Кузанского, Леонардо да Винчи, Коперника, Бруно (заметьте попутно, что вряд ли можно Николая Кузанского называть просто «Кузанским»). Неоправданно

также цитирование трудов Леонардо да Винчи по «Истории физики» Любимова при наличии нового русского перевода, сделанного В. П. Zubовым и вышедшего в свет в 1955 г. Характеристика науки в России до XVII в. дана в двух местах: на стр. 77—78, где она производит впечатление случайной вставки, и на стр. 306—309, где она уже совсем не на месте (глава посвящена XVIII в.). Никак нельзя согласиться с тем толкованием, которое автор дает хорошо известным словам Ломоносова: «Меня за Аристотеля, Картезия, Ньютона не почитайте». Автор пишет: «И, действительно, Ломоносов в своем ярком и самобытном мышлении не был ни чистым картезианцем, ни ньютономанцем» (стр. 337). Ведь в приведенных словах Ломоносов протестовал не против причисления его к картезианству, а против «холодства», т. е. против самого следования авторитетам. При ином толковании осталось бы непонятным упоминание Аристотеля: последователем этого философа древности явно никто и не подумал бы назвать Ломоносова!

Хотелось бы, чтобы рисунки были более тщательно подобраны и размещены; а также уточнены подписи под ними. Довольно грубо и схематично перечерченные рисунки Леонардо да Винчи, взятые не из первоисточника, имеют подписи: «Рисунки Леонардо да Винчи». Французская гравюра с фантастическим портретом Птолемея в рыцарском или полурыцарском костюме (т. I, стр. 55) выдается за подлинный портрет греческого ученого без всяких оговорок.

Нельзя также не пожалеть, что в первом томе книги П. С. Кудрявцева, в отличие от второго тома, дается значительно меньше ссылок на источники. Наконец, непонятно, почему в первом томе отсутствует именной указатель, а в обоих томах нет предметного указателя.

Остановимся более подробно на втором томе, который охватывает период с 1870 по 1900 г. — «От Менделеева до открытия кванта», как значится в подзаголовке. Автор сделал попытку отразить процесс развития физики за последнее тридцатилетие XIX в. во всем его разнообразии. В книге, как уже отмечалось выше, рассмотрены технические, общественные, философские последствия прогресса физики; самый этот процесс рассматривается в его конкретных исторических условиях, с учетом вклада отдельных наций. Автор, стоящий на марксистских позициях, не игнорируя «внутренней» истории науки (ей посвящены, например, III и IV главы), делает попытку рассмотреть и «внешние» связи физики с производством, с философией, с общественными классовыми и межнациональными отношениями.

Период развития физики, освещаемый во втором томе книги Кудрявцева, насыщен весьма большими событиями. Достаточно сказать, что в этот период сформировалась

электротехника и родилась радиотехника, были открыты электромагнитные волны, электрон, рентгеновы лучи, радиоактивность, квантовая теория; развились такие ветви теоретической физики, как статистическая механика, теория электромагнитного поля, электронная теория. Автор совершенно правильно характеризует последствия физики в период 1870—1900 гг. следующими словами: «Прогресс, достигнутый физикой к концу XIX в., имел огромные научно-технические, философские и общественные последствия. Радиотехника и электроника с их глубоким проникновением в технику и жизнь современного общества развились на базе открытий, сделанных в конце XIX в. ... Из этих открытий выросла и развилась атомная, ядерная физика, породившая в наши дни новую область техники: ядерную технику, которая открыла новую эру технического прогресса» (т. II, стр. 460—461).

Автор правильно поступил, стремясь максимально документировать этот сложный и важный процесс. О важнейших открытиях — электромагнитных волн, радио, электрона, рентгеновых лучей, радиоактивности и квант — в книге рассказывается как бы от лица самих ученых-изобретателей. Это придает книге Кудрявцева большую убедительность, хотя в некоторой мере утяжеляет изложение.

Центральное место во втором томе занимает история возникновения и развития физики электромагнитных явлений. Особенно интересно изложение развития физики газового разряда со всеми ее огромными последствиями для науки и техники (стр. 186). Исследование формирования и развития идей Максвелла (глава III) является первым по своей полноте на русском языке и опровергает распространенное мнение относительно сугубого механицизма Максвелла. Очень важна выдержка из работы Максвелла, приведенная на стр. 161—162, показывающая, что Максвелл ясно видел специфику законов электромагнетизма и считал связь ее с динамикой только внешней.

Излагая в главе IV развитие максвелловской теории электромагнетизма, автор показывает существенный вклад русских ученых (Столетова, Умова, Лебедева и др.) в дело укрепления и дальнейшего ее развития; в главе прослеживается сложный путь развития электронной теории, связанный, например, с тем, что она начала развиваться еще до открытия электрона.

В V главе П. С. Кудрявцев использует материалы Парижского международного

конгресса физиков 1900 г., чтобы осветить историю революционных открытий конца XIX в.: квант, электрона, рентгеновых лучей и радиоактивности. Получилась живая, содержательная глава. Интересное само по себе изложение хода конгресса 1900 г., к сожалению, несколько растянуто. Важно замечание автора, сделанное в связи с упоминанием о статье французского физика Ш. Гильома «Будущее научных исследований»: «Гильом не делает, однако, решающего вывода о необходимости управлять развитием науки, планировать ее и направлять этот поток наиболее разумным и целесообразным образом, ибо капиталистическое руководство наукой не в состоянии решить такую задачу. Но потребность разобраться в вопросе «о будущем научных исследований» уже появилась, и это один из признаков, указывающих на то, что наука вступила в такую стадию развития, которая не соответствует более сложившимся в обществе капиталистическим отношениям» (т. II, стр. 386—387).

Говоря о втором томе, следует отметить, что введение разделов, посвященных анализу двух типичных курсов физики высшей школы Ф. Ф. Петрушевского и Н. А. Умова, мы считаем удачной мыслью, однако автор отвел им излишне много места, поместив, в частности, большое число иллюстраций из этих курсов. Кроме того, не дано сравнения с лучшими зарубежными курсами физики аналогичных периодов.

Однако все указанные и ряд других недочетов и погрешностей рецензируемой книги, которых мы не отмечаем здесь для краткости, не лишают большой и полезный труд П. С. Кудрявцева его значения, как первой солидной попытки дать с марксистских позиций современную документированную историю физики, учитывающую вклад русских ученых.

Мы полагаем, что появление этой книги следует приветствовать как вклад в советскую литературу по истории науки и культуры. Мы надеемся, что автор учтет критические замечания при подготовке нового издания.

В заключение мы хотим отметить, что в настоящей рецензии были учтены некоторые ценные замечания, сделанные при обсуждении книги сотрудниками Института истории естествознания и техники АН СССР В. П. Zubовым, Б. Г. Кузнецовым, О. А. Лежневой, Л. С. Полаком, О. А. Старосельской-Никитиной и другими историками науки.

А. Т. Григорьян, Д. Д. Иваненко

E. WINTER. *Die Registres der Berliner Akademie der Wissenschaften. 1746—1766. Dokumente für das Wirken Leonhard Eulers in Berlin.* Akademie—Verlag. Berlin. 1957.

Э. ВИНТЕР. *Протоколы Берлинской Академии наук. 1746—1766. Документы о деятельности Леонарда Эйлера в Берлине.* — Берлин. Изд-во Академии наук. 1957. Стр. XIV—394.

В марте 1957 г., в дни празднования 250-летия со дня рождения Л. Эйлера, организованного в Берлине Германской Академией наук, проф. Э. Винтер (в сотрудничестве со своей женой М. Винтер) опубликовал протоколы Берлинской Академии наук за 1746—1766 гг. Протоколы, написанные по-французски, охватывают период со 2 июня 1746 г., когда был зачитан новый статут Академии, до 17 июля 1766 г., перед летними каникулами, вскоре после того как 29 мая этого года Эйлер в последний раз перед возвращением в Петербург присутствовал на заседании Академии. Эйлер, по-видимому, придавал большое значение регулярному ведению протоколов. Как указывает проф. Винтер, не случайно, что с отъездом великого математика в Петербург, составление протоколов на некоторое время прекратилось (стр. 1).

Опубликованные документы представляют большой интерес прежде всего для истории Берлинской Академии наук и, в частности, для биографии Л. Эйлера. В протоколах еженедельных заседаний Академии отражены многие важные стороны ее деятельности; упоминаются научные доклады академиков, их отчеты и отзывы о присланных статьях, сообщается о выборах академиков, различных дискуссиях и т. д. Историки культуры и науки найдут в публикации проф. Винтера весьма обширный и интересный материал. Можно пожалеть только, что писавший в большинстве случаев отчеты о заседаниях неприменимый секретарь Академии Ж. Формей часто был слишком краток; в смысле полноты его протоколы значительно уступают протоколам Конференций Петербургской Академии наук за 1725—1803 гг., изданным в 1897—1911 гг.

О ценности опубликованных материалов для биографии Эйлера можно судить хотя бы по тому, что примерно в половине протоколов речь идет о докладах и предложениях, сделанных им, а позднее также его старшим сыном и учеником И. А. Эйлером. Упомяну также, что, как показывает проф. Винтер, протоколы позволяют внести ряд уточнений в каталог сочинений Эйлера, составленный Г. Энестромом (стр. 42—43).

К сожалению, эти протоколы охватывают годы работы Эйлера в Берлине неполностью. Проф. Винтер отмечает, что протоколы за 1741—1746 гг. в своей большей

части уже были изданы. Однако для читателей было бы удобнее иметь все протоколы за 1741—1766 г. в одном томе, тем более что часть более ранних протоколов помещена в I томе «Histoire et Mémoires de l'Académie de Berlin» за 1746 г., который представляет собой теперь редкое издание.

В примечаниях издателя (стр. 325—381) даны краткие сведения об упоминаемых в протоколах лицах и о месте публикации докладов и сочинений, представленных Академии. В конце книги есть именной указатель.

Публикуемым документам проф. Винтер предпослал обширное введение (стр. 1—91), в котором дан обзор деятельности Эйлера в Берлинской Академии. Особенно подробно автор останавливается на спорах Л. Эйлера с последователями философии Лейбница и Вольфа, на конфликте с Кенигсом и на взаимоотношениях Эйлера с Фридрихом II. В освещении мотивов, приведших к разрыву между ученым и королем, а также последних месяцев жизни Эйлера в Берлине, автор вносит новые интересные соображения. Описывая деятельность Эйлера в Берлинской Академии наук, проф. Винтер вместе с тем подчеркивает регулярную интенсивную научную и организационную связь его с Петербургской Академией.

При составлении введения проф. Винтер широко использовал материалы, хранящиеся в Архиве Академии наук СССР (Ленинград) и в Центральном государственном архиве древних актов (Москва), более всего переписку Эйлера с петербургскими академиками. Орывки, приводимые проф. Винтером, лишены раз убеждают в чрезвычайной важности этой переписки для истории Петербургской и Берлинской академий и изучения жизни и деятельности Эйлера. Дальнейшее изучение корреспонденции Эйлера, а также его черновых набросков, несомненно, внесет еще много нового в историю науки. Так, например, согласно последним исследованиям, Эйлер еще в первый петербургский период жизни и даже в Базеле положил начало многим изысканиям, оконченным в Берлине.

В целом публикация проф. Э. Винтера является весьма ценным вкладом в историю немецкой и русской культуры.

А. П. Юшкевич

Der böhmische Vormärz in Briefen Bolzanos an F. Příhonský (1824—1848). Eingeleitet und herausgegeben von E. Winter. Akademie—Verlag. Berlin. 1956, 306 S.

Предмартовские дни в Чехии. О письмах Б. Больцано Ф. Пржигонскому (1824—1848). Изданы Винтером и снабжены его предисловием. Берлин. Изд-во Академии наук. 1956, 306 стр.

Профессор Института славистики Германской Академии наук Э. Винтер, уже много лет занимающийся изучением деятельности известного пражского математика, логика и социалиста-утописта Бернхарда Больцано (1781—1848), издал обширную выборку из писем Больцано к его ученику и другу Франтишеку Пржигонскому за 24-летний период времени.

В обстоятельном введении, занимающем треть книги, Винтер сообщает биографические данные о Больцано и Пржигонском и их взаимоотношениях, рисует социально-политическую обстановку в Чехии перед буржуазно-национальной революцией 1848 г. Письма Больцано Винтер группирует по содержанию вокруг трех вопросов: чешское национальное возрождение и стремление в кругу Больцано к воссоединению славян; утопия Больцано о наилучшем государстве; его религиозно-реформаторские идеи.

Для историка математики, наряду с общим содержанием переписки Больцано, дающей ценные дополнительные сведения об условиях, в которых работал знаменитый ученый, понятно, особый интерес представляют те места в его письмах, которые непосредственно относятся к математике. В выборке Винтера таких писем, правда, немного, но зато они заслуживают большого внимания.

В письме 24 августа 1833 г. из Техоубу, где Больцано находился в ссылке, он писал Пржигонскому:

«... Сообщение о присутствии Коши в Праге для меня крайне интересно. Из всех живущих математиков его я наиболее ценю и с ним чувствую себя наиболее родственными; его духу изобретательности я обязан несколькими важнейшими доказательствами.

Прошу передать ему мои наилучшие приветия и сказать, что я бы сразу же поехал в Прагу, чтобы лично познакомиться с ним, если бы после того, что Вы мне сказали о его должности, не мог твердо надеяться, что в конце сентября, когда буду Вас провожать, еще застаю его...»

О встрече Больцано и Коши никаких документальных сведений не имеется. Однако она, по-видимому, состоялась, причем один только раз¹.

¹ Об этом можно судить по следующему месту из письма Больцано Пржигонскому от 20 ноября 1833 г. (письмо это в книге Винтера не помещено): «... Очень Вам обязан, что Вы передали в руки Коши «Три проблемы». Мне хочется узнать, как

Говоря о своей родственности Коши как математику, Больцано был глубоко прав, ибо наиболее характерной чертой обоих было стремление к строго логическому обоснованию математических понятий. И если Больцано, как он пишет, смог воспользоваться некоторыми доказательствами Коши, то в ряде других случаев он опередил его. Так, например, Больцано ссылается на определение непрерывности, данное Коши. С другой стороны, необходимое условие сходимости рядов с действительными членами было дано Больцано еще в 1817 г., за четыре года до Коши. Возможно, что сходство научного лица обоих математиков еще более отчетливо проявлялось в общих неудачах. Так, оба они пытались дать доказательство достаточного условия сходимости, но, не располагая еще строгим определением действительного числа, не смогли этого сделать. Оба они ошибочно считали, что функция, являющаяся пределом последовательности непрерывных функций, непрерывна; эта их ошибка была вызвана тем, что они не владели еще понятием равномерной сходимости.

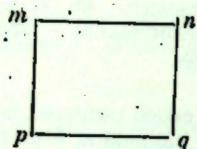
Однако своим общественным положением и мировоззрением Коши и Больцано сильно отличались друг от друга. Католический священник и профессор теологии Больцано за свои пламенные проповеди против тиранов и богачей и за «еретическое» понимание христианства был в 1819 г. изгнан из университета и поставлен под надзор полиции. Ревностный католик-мирянин Коши был приверженцем ненавистной народу династии Бурбонов и после ее свержения, не желая служить революционному режиму, эмигрировал...

Другое место в переписке Больцано, представляющее интерес для истории математики, касается пятого постулата Евклида и содержится в письме от 13 июля 1835 г.:

«... В учении о параллельных, считаете Вы, будто бы легко вывести из доказанного равенства двух перпендикуляров равенство всех остальных. Однако попытайтесь сделать это. Из одного лишь предположения, что перпендикуляры $mn = pq$ не следует даже, что $mn = pq$, если только

он оценит это сочинение, но опасаясь, что он вскоре уедет из Праги, и тогда прекратятся все дальнейшие разговоры...» (имеется в виду сочинение Больцано «Die drei Probleme der Rektifikation, Komplanation und der Kubisierung...», 1817).

не предположить вдобавок что-нибудь еще, например, что mp и nq лежат в одной плоскости. ...



Известно, что теории параллельных Больцано уделял внимание уже в своей первой работе «Betrachtungen über einige Gegenstände der Elementargeometrie» (да-гунтер eine Theorie der Parallelen) (1804). Он поощрял также своих учеников, интересующихся этой теорией. Так, в письме от 23 февраля 1844 г. Больцано упоминает работу Сливки, содержащую «Теорию параллельных по методу Евклида», и сочинение Роберта Циммермана «Первые положения учения о пространстве, включая часть о параллельных, изложен-

ные в согласии с объективной связью» и оценивает их так: «Словно новое, но бесконечно усовершенствованное издание моих «Betrachtungen», с которыми я в 1804 г. дебютировал». Работы Сливки и Циммермана не были напечатаны. Что же касается геометрических работ самого Больцано, то они не встретили сочувствия у современников. В названном письме Больцано упоминает отрицательную рецензию, появившуюся на его статью «Versuch einer objektiven Begründung der Lehre von den drei Dimensionen des Raumes». Геометрические идеи Больцано не были признаны и впоследствии, что объясняется тем, что в них господствуют чуждые геометрии натурфилософские принципы лейбницаизма. Между тем, в арифметике и анализе идеи Больцано получили всеобщее признание, хотя до 1871 г., когда на них обратил внимание Г. Ганкель, они не были известны математикам.

Э. Кольман

A History of Technology. Ed. by Ch. Singer, E. J. Holmyard, A. R. Hall and T. J. Williams. Oxford. Vol. 1. From Early Times to Fall of Ancient Empires. 1954, XIV, 828 p., 36 pl. Vol. 2. The Mediterranean Civilizations and the Middle Ages. C. 700 B. C. to c. A. D. 1500. 1956, LX, 802 p., 44 pl.

История техники. Под ред. Ч. Синджера, Э. Дж. Хоумъярда, Э. Р. Холла и Т. Дж. Вильямса. Оксфорд. Том 1. С ранних времен до падения древнейших империй. 1954. XIV, 828 стр., 36 табл. Том 2. Средиземноморские цивилизации и Средневековье. Ок. 700 г. до н. э. — ок. 1500 г. н. э. 1956. LX, 802 стр., 44 табл.

Указанный труд представляет собой значительное явление в литературе по истории техники. Предполагается издать пять томов, которые будут охватывать историю техники с эпохи палеолита до конца XIX в. Вышедшие к настоящему времени первые два тома уже могут дать представление о характере издания и, кроме того, они сами по себе представляют большой интерес.

Авторы и редакторы издания хотели сделать его достаточно популярным, доступным для широких кругов читателей и поэтому старались не перегружать изложение специальной терминологией, но в то же время — и вполне научным, на уровне новейших научных данных.

Редакционная коллегия, которой, по-видимому, принадлежит и сама идея этого издания, состоит из авторитетных английских ученых — специалистов по истории

науки и техники, успевших уже зарекомендовать себя различными исследованиями в этой области знания. Чарлз Синджер является автором многих работ по общим вопросам истории науки и техники, а также по истории химии и медицины: «Technology and History» (Техника и история), 1952; «A Short History of Science to the 19th century» (Краткая история науки до XIX века), 1943; «The Earliest Chemical Industry» (Древнейшая химическая промышленность), 1948; «A Short History of Medicine» (Краткая история медицины) и др.; Э. Дж. Хоумъярд принадлежит книга «Makers of Chemistry» (Творцы химии), 1931; Э. Р. Холл является автором ряда серьезных работ по истории науки и техники: «The Scientific Revolution 1500—1800» (Научная революция 1500—1800), 1954; «Ballistics in the 17th century» (Баллистика в XVII веке), 1952; и др.

Первоначальный план издания был следующий (в 1954 г., при выходе первого тома): том 1 — С ранних времен до падения древнейших империй, ок. 500 г. до н. э.; том 2 — Цивилизации Греции и Рима с их последующим развитием в Сред-

ние века, 500 г. до н. э. — 1500 г. н. э.; том 3 — Первое воздействие науки на технику, 1500—1700 гг.; том 4 — Начало индустриальной революции, 1700—1789 гг.; том 5 — Деятельный век, 1789—1900 гг. Затем (в 1956 г., при выходе второго тома) план распределения материала по томам несколько изменился и стал выглядеть так: том 2 — Средиземноморские цивилизации и Средневековье, 700 г. до н. э. — 1500 г. н. э.; том 3 — Первое воздействие науки на технику, 1450—1750 гг.; том 4 — Индустриальная революция, 1750—1850 гг.; том 5 — Век стали, 1850—1900 гг.

К участию в составлении данного труда был привлечен большой коллектив авторов не только из Англии, но и из других стран — из Норвегии, Голландии, США, Франции, Дании.

Первый том, охватывающий историю техники с эпохи палеолита до периода упадка древнеосточных цивилизаций (ок. VI века до н. э.), состоит из 31 главы с приложением хронологических таблиц, карт, большого количества иллюстраций и с библиографическими указателями к каждой главе. В его составлении принимали участие 26 авторов, не считая редакторский и вспомогательный персонал. Перечень глав может дать представление о разнообразии тем входящих в него, и о структуре материала: Предисловие (от Редакции); Хронологические таблицы —

F. E. Zeuner (Ф. Э. Цейнер, Лондон); 1. Труд как отличительная особенность человека — K. P. Oakley (К. П. Оукли, Лондон); 2. Ранние формы общества — V. G. Childe (В. Г. Чайлд, Лондон); 3. Открытия, изобретения и их распространение — H. S. Harrison (Х. С. Харрисон); 4. Речь и язык — A. Sommerfelt (А. Зоммерфельт, Осло); 5. Древнейший счет времени — E. R. Leach (Э. Р. Лич, Кембридж); 6. Обработка камня, кости и дерева — L. S. B. Leakey (Л. С. Б. Лики, Кения); 7. Графическое и пластическое искусство — L. S. B. Leakey (Л. С. Б. Лики, Кения); 8. Собирающие пищу, охота и рыболовство — D. Forde (Д. Форд, Лондон); 9. Вращательное движение — V. G. Childe (В. Г. Чайлд, Лондон); 10. Получение огня, топливо и освещение — H. S. Harrison (Х. С. Харрисон); 11. Химическое, кулинарное и косметическое искусство — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 12. Строительство из прутьев, дерева и дерна — J. Bradford (Дж. Брэдфорд, Оксфорд); 13. Приручение животных — F. E. Zeuner (Ф. Э. Цейнер, Лондон); 14. Возделывание растений — F. E. Zeuner (Ф. Э. Цейнер, Лондон); 15. Гонимое дело — Sir L. Scott (Л. Скотт); 16. Ткани, корзины, циновки — G. M. Crowfoot (Г. М. Кроуфут, Эдинбург); Заметка о материалах древних тканей и корзин — J. Grant (Дж. Грант, Лондон); Производство веревок — K. R. Gilbert (К. Р. Гилберт, Лондон); 17. Строительство из кирпича и камня — S. Lloyd (С. Ллойд, Ан-

кара); Заметка о мегалитических сооружениях в Англии — R. H. G. Thomson (Р. Х. Дж. Томсон); 18. Дифференциация нематаллических орудий — S. M. Cole (С. М. Коул); 19. Водоснабжение, ирригация и сельское хозяйство — C. M. Drower (С. М. Драувер, Лондон); 20. Горное дело и выработка камня — C. N. Broomehead (С. Н. Броумхед, Лондон); 21. Получение металлов, плавка и изготовление сплавов — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 22. Металлические орудия и оружие — H. N. Coghlan (Х. Н. Коглан, Беркс); 23. Ювелирная обработка металлов — H. Marion (Х. Марион, Лондон) и H. J. Plen-derleith (Х. Дж. Плэндерлейт, Лондон); 24. Ювелирная обработка слоновой кости — R. D. Barnett (Р. Д. Барнет, Лондон); 25. Ювелирная обработка дерева — C. Aldred (С. Олдред, Эдинбург); 26. Наземный бесколесный транспорт. Дороги и мосты — S. M. Cole (С. М. Коул); 27. Колесные повозки — V. G. Childe (В. Г. Чайлд, Лондон); 28. Лодки и корабли — A. Digby (Э. Дигби, Лондон); 29. Графика и письмо — S. H. Hooke (С. Х. Хук, Лондон); 30. Меры и веса — F. G. Skinner (Ф. Г. Скинер, Лондон); 31. Древняя математика и астрономия — O. Neugebauer (О. Нейгебауэр, Остров Род, США).

Второй том, охватывающий историю техники в странах древнего Средиземноморья (Греции, Эллинистических государств, Римского мира) и в странах средневековой Европы (преимущественно Западной), состоит из 21 главы и эпизода с приложением, как и в первом томе, хронологических таблиц, карт, большого количества иллюстраций и с библиографическими указателями к каждой главе. В его составлении принимали участие 23 автора (из них только пятеро участвовали в первом томе). Содержание его следующее: Предисловие (от Редакции); Исторические замечания — A. R. Hall (Э. Р. Холл, Кембридж); 1. Горное дело и выработка камня до XVII в. — C. N. Broomehead (С. Н. Броумхед, Лондон); 2. Металлургия — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 3. Сельскохозяйственные орудия — E. M. Jope (Э. М. Джоуп, Бельфаст); 4. Пища и напитки — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 5. Обработка кожи — J. W. Waterer (Дж. В. Вотерер, Лондон); Заметка о пергаменте — H. Saxl (Х. Саксл, Лидс); 6. Придание и ткачество — R. Patterson (Р. Патерсон, Йорк); 7. Мебель — C. Aldred (С. Олдред, Эдинбург) и R. W. Symonds (Р. В. Симондс); 8. Керамика — G. M. A. Richter (Г. М. Э. Рихтер, Нью-Йорк) и E. M. Jope (Э. М. Джоуп, Бельфаст); 9. Стекло и глазурь — D. B. Harden (Д. Б. Харден, Оксфорд); 10. Научная техническая химия — F. Sh. Taylor (Ф. Ш. Тейлор, Лондон) и Ch. Singer (Ч. Синджер); Заметка о военной пиротехнике — A. R. Hall (Э. Р. Холл, Кембридж); 11. Средневековый

¹ Вошел в состав Редакции со 2-го тома.

ремесленник — R. H. G. Thomson (Р. Х. Дж. Томсон, Лондон); 12. Строительство зданий — M. S. Briggs (М. С. Бриггс); 13. Ювелирное дело — H. Marion (Х. Маррион, Лондон); Заметка о чеканке монет и других предметов — Ph. Grierson (Ф. Грирсон, Кембридж); 14. Дороги и наземные перевозки. Порты, доки и маяки — R. G. Goodchild (Р. Г. Гудчилд, Киренака) и R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 15. Повозки и упряжки — E. M. Jope (Э. М. Джоуп, Бельфаст); 16. Кораблестроение — T. C. Lethbridge (Т. С. Летбридж); 17. Энергетика — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 18. Машины — B. Gille (Б. Жиль, Париж); Заметка о древних крапах — A. G. Drachmann (А. Г. Драхман, Копенгаген); 19. Гидротехника и очистка — R. J. Forbes (Р. Дж. Форбс, Амстердам); 20. Военная техника — A. R. Hall (Э. Р. Холл, Кембридж); 21. Оборудование алхимии — E. J. Holmyard (Э. Дж. Хоумъярд); Эпilog: Восток и Запад в перспективе истории — Ch. Singer (Ч. Синджер).

Многие из авторов первых двух томов хорошо известны своим научным трудами. Среди них, например, В. Г. Чайлд — прогрессивный ученый, один из крупнейших археологов, профессор Лондонского университета; труды его издавались в последние годы и у нас — на русском языке: «Прогресс и археология», 1949; «На заре европейской цивилизации», 1952; «Древнейший Восток в свете новых раскопок», 1956. В рассматриваемой работе ему принадлежит несколько глав первого тома, касающихся наиболее фундаментальных проблем древнейшей истории техники. Другой, весьма известный ученый, принимающий участие в данной работе, — Р. Дж. Форбс, один из крупнейших специалистов по истории техники древности и средневековья, лучший знаток источников этого периода, профессор университета в Амстердаме; он является автором многих работ по истории техники (преимущественно ранней), а также по источниковедению и библиографии. Для рецензируемой работы им написаны очень ценные главы первого и особенно второго тома по таким важным разделам, как техническая химия, металлургия, транспорт, энергетика. В издании принимают участие и другие крупные ученые — специалисты по истории науки и техники.

Состав авторов показывает также, что для первых двух томов — особенно для первого — организаторы издания старались привлечь как можно больше специалистов по смежным наукам: антропологии, археологии, этнографии, работников различных музеев — знатоков первобытной техники и культуры, знатоков вещей и быта, а для второго тома, кроме того, и работников архивов, знатоков древней и средневековой письменности и культуры. И такое сотрудничество оказалось весьма плодотворным.

Из рассмотрения двух томов можно сделать некоторые общие выводы и высказать некоторые замечания.

Эта работа несомненно является весьма ценным трудом, содержащим обширный фактический материал, обработанный на основании новейших научных данных. Все изучающие историю техники неоднократно будут обращаться к ней по различным поводам.

Многие авторы, участвующие в издании, занимают несомненно прогрессивные позиции в науке, и это в значительной мере определяет положительное значение рассматриваемой работы. В главах, касающихся таких фундаментальных вопросов, как происхождение техники, становление и развитие человеческого общества — авторы исходят в основном из материалистических позиций (например, К. П. Оукли, В. Г. Чайлд и некоторые другие). В основе изложения глав о труде лежит концепция, по которой производство («делание») орудий труда является главным, определяющим свойством человеческого общества, выделившим его из природы, из мира животных. «Человек — животное, производящее орудия», — это определение, принадлежащее Б. Франклину и развитое К. Марксом, является исходным для авторов данного труда. Так же ясно и определенно проводится мысль о том, что техника на всех этапах своего развития являлась результатом деятельности не отдельных выдающихся личностей, а общества в целом, больших коллективов людей, и ряд других правильных мыслей, отражающих прогрессивные тенденции в современной науке.

Основное, фундаментальное понятие (входящее в предмет изложения) — техника (английское Technology) — в понимании редакторов охватывает область того, как вещи (предметы) делаются или производятся, включая сюда и то, «какие предметы делаются или производятся» (Том 1, Предисловие, стр. VII). Один из основных авторов работы — В. Г. Чайлд — во второй главе 1-го тома говорит, что в технике следует рассматривать «те действия, направленные на удовлетворение человеческих потребностей, которые производят изменения в материальном мире» (стр. 38). Далее он добавляет: «В настоящей работе значение этого понятия расширено до включения в него и результатов таких действий» (стр. 38). Таким образом, техника как предмет, история которого рассматривается, понимается достаточно широко и многосторонне. Но редакторы и авторы не везде следовали такому определению, сами отмечая, что отбор фактов в значительной мере определялся степенью их известности и изученности (Том 1, Предисловие).

Цели и задачи труда определяются в предисловии к первому тому. По мнению Редакции, цель этой работы — показать как создавалась современная техника, беря

исток во многих цивилизациях прошлого, раскрыть перед читателями исторические корни техники нашего времени, занявшей такое значительное место в новейшей цивилизации, выявить историко-культурную роль техники.

Работа не является историей материальной культуры, а отражает только один из ее аспектов. Но и при таком задании она специально касается очень широкого круга вопросов, иногда имеющих лишь косвенное отношение к предмету (особенно в томе 1).

Вместе с тем работа, по мнению редакторов, не является только сборником отдельных статей, типа справочника, а представляет собой единое целое, предназначенное для последовательного чтения.

Материал, предлагаемый читателю, основан на огромном количестве самых разнообразных исторических источников. И эта источниковедческая сторона труда — одна из наиболее сильных его сторон.

Отмеченные качества рецензируемого издания, делающие его интересным и ценным, ни в коей мере не могут заслонить от нас его слабости и существенные недостатки. При многих неоспоримых достоинствах этот труд нельзя признать удачным решением проблемы создания общей истории техники (хотя бы и в первом опыте) — проблемы очень сложной, но и очень важной и актуальной.

Первый существенный недостаток, который сразу бросается в глаза при рассмотрении труда — это отсутствие принципиально-обоснованной периодизации и историко-технического процесса. В предисловии к первому тому написано, что история техники хотя и связана с экономической и политической историей, но не может укладываться в привычные шаблоны последней (имеются в виду, вероятно, исторические шаблоны школьной буржуазной науки), что история техники «имеет собственную хронологию и собственные критические фазы; читатель должен это постоянно иметь в виду». К сожалению, несмотря на такое заявление, в содержании самого труда не видно даже попытки выявить и установить «собственную хронологию и собственные критические фазы» при рассмотрении процессов развития техники. Редакция и авторский коллектив, видимо, и не ставили перед собой серьезно задач периодизации, не стремились выявить критические фазы и скачки в истории техники.

Распределение материала между 1-м и 2-м томами, а также группировка материала во 2-м томе вызывают некоторые вопросы и сомнения. В самом деле, во 2-м томе излагается история техники в древних странах Средиземноморского бассейна (главным образом, в Греции и Риме, приблизительно с VII—VI вв. до н. э.), а также история техники Средневековья в странах Западной Европы. Причем средневековая

техника рассматривается как последовательное развитие элементов античной техники.

Существенная грань между Древностью и Средневековьем совершенно игнорируется. В этом факте, видимо, отразилось влияние некоторых реакционных идей новейшей буржуазной историографии, пытающейся стереть границы между различными общественными формациями (в частности, между Древностью и Средневековьем) и тем самым доказать «вечность» существования капитализма.

В 1-м томе была сделана попытка распределить весь материал в хронологической последовательности — по прогрессивным стадиям развития человеческого общества и его техники (насколько это возможно). Во 2-м томе такая попытка совершенно отсутствует. Каждая глава представляет собой, как правило, отдельный очерк, излагающий историю той или иной отрасли техники за весь период, охватываемый томом (с VII—VI вв. до н. э. по XV—XVI вв. н. э.). При таком подходе история техники, как целое, распадается, получается собрание отдельных очерков по истории различных отраслей техники за указанный период. В связи с этим появляется и излишний параллелизм в изложении и некоторые случаи повторений.

В предисловии к 2-му тому редакторы говорят уже о неизбежном, на их взгляд, «расшатывании» хронологических рамок в изложении, так как историко-технический материал не укладывается в рамки периодов политической истории. С последним можно согласиться. Действительно, шаблонные рамки периодизации, принятые в буржуазной политической истории (чаще всего «по царствованиям» и т. п.), не годятся для истории техники. Они вообще устарели и не имеют отношения к науке. Но ведь констатация этого обстоятельства вовсе не снимает задачи создания научной периодизации в истории техники, а, наоборот, заставляет ставить такую задачу с максимальной настойчивостью.

В связи с этим странное впечатление производят некоторые, помещенные в рецензируемом издании, хронологические таблицы, предназначенные, по-видимому, помогать читателям связывать и соотносить факты истории техники (излагаемые в книге) с фактами истории общества (которые предполагаются известными). В этих таблицах фигурируют имена царствовавших лиц и даже библейских персонажей. Указана и дата «рождения Христа», почему-то 4-й (!) год после Р. Х. (?) (вероятно, это следы каких-то новейших «научных» розысканий, уточнений и поправок). А вот даты важнейших изобретений и открытий, крупнейших фактов истории техники в таблицах отсутствуют.

Вторым существенным недостатком рассматриваемого труда является его географическая или этнографическая неполнота.

В этом отношении имеются весьма значительные пробелы, которые во многом объединяют, а следовательно, и искажают общую картину развития мировой техники.

В предисловии к 1-му тому сказано, что техника стран Дальнего Востока почти совсем не будет рассматриваться из-за отсутствия авторов с соответствующими научными знаниями, а также из-за того, что древняя культура этих стран имела весьма малое и лишь косвенное влияние на западную культуру (а проблемы такого косвенного влияния будут рассматриваться в последующих томах) и что, в силу этого, авторы не смогут дать картины м и р о в о й истории техники.

В предисловии ко 2-му тому эти соображения развиваются дальше и формулируются более резко. Там сказано, что данная «История техники» не может быть мировой историей техники, а будет лишь попыткой изложить, главным образом, развитие техники стран Западной Европы (с XIX в. — и США), которая в Новое время (примерно с XVI в.) стала значительно выше по своему развитию, чем техника всех других стран мира. Далее авторы предисловия признают, что в предшествующие эпохи картина была существенно иной — в средние века техника стран Дальнего Востока («а возможно и Ближнего Востока») была несомненно более передовой, чем западноевропейская. Это, конечно, верно. Более того, и техника стран Ближнего Востока в раннем Средневековье тоже бесспорно (а не только «возможно») стояла выше, чем техника Запада. Западная Европа в те времена была своего рода «провинциальным захолустьем», окраиной тогдашнего культурного мира, а такие страны, как Китай, ближневосточные государства, Византия были его центрами.

Далее в предисловии сказано: «Несмотря на это, мы вынуждены почти полностью пренебречь этими достижениями Востока — из-за недостатка места и авторов» (том 2, стр. VI). И первые два тома данной «Истории техники» предлагается рассматривать всего-навсего как предварительный обзор событий, подготовивших стремительный взлет и известное превосходство западноевропейской техники, чему будут посвящены последующие тома. Так что первым двум томам предназначается роль быть не более, чем введением к истории передовой техники стран Запада.

По-видимому, нет оснований полагать, что редакционная коллегия и авторы труда сознательно стоят на позициях реакционного буржуазного европоцентризма, что они исповедуют теорию изначального превосходства западной культуры и т. д. Напротив, они даже подчеркивают мысль, что даже малые народы, не оставившие значительного следа в политической истории, могут делать великие вклады в развитие техники, подниматься до высокого

уровня технического прогресса. Но отказ от рассмотрения истории техники в таких странах, как Китай, Индия, арабские государства, значительно снижает ценность работы, нарушает ее полноту и стройность, искажает объективную картину развития техники.

Причины, выдвигаемые для объяснения пробелов такого рода (прежде всего отсутствие авторов, обладающих соответствующими знаниями), кажутся неубедительными.

Материалы по истории дальневосточной, прежде всего китайской техники в настоящее время усиленно разрабатываются, и многое уже сделано в этом направлении; имеются и ученые, посвятившие себя работе в этой области (для примера достаточно назвать имена хотя бы таких английских ученых, как Sir J. Needham (Дж. Нидхэм) и Н. Chatley (Х. Чэтл). О специалистах по истории техники стран Ближнего Востока и говорить не приходится — их еще больше.

Однако в рецензируемой «Истории техники» отсутствует не только техника многих стран Востока — в ней отсутствует также и техника Византии и техника средневековой Руси. Вообще для ее авторов вся Восточная Европа как будто бы и не существовала в то время. Ценнейший материал, добытый советскими археологами и введенный ими в научный оборот, не нашел в ней никакого отражения. Думается, что такое упущение составляет не менее важный пробел, чем отмеченные выше, однако оно даже не оговаривается Редакцией.

«История техники», построенная в таком плане, в таких географических рамках, нас удовлетворить не может.

Третьим существенным недостатком разбираемого труда, имеющим, как нам кажется, также принципиальное значение, является определенный отрыв, своего рода изоляция фактов истории техники от фактов и процессов экономического, социально-политического и культурного развития общества.

Мысль о том, что техника всегда развивалась во взаимосвязи с экономикой, под воздействием экономических требований, что сложный комплекс общественных явлений составлял всегда условия для развития техники и определял характер этого развития (и что, в свою очередь, техника также оказывала постоянное воздействие на общество и обуславливала его развитие), эта мысль не является чуждой авторам и редакторам работы. Они ее даже отчетливо формулируют в предисловии ко 2-му тому. Но почти никаких практических выводов из этой мысли не делается. Сразу же вслед за ней говорится о н е в о з м о ж н о с т и в настоящее время, в данной «Истории», осуществить такую связь в изложении. Сразу же говорится, что редакторы и авторы вынуждены в данной работе сознательно пойти по пути и с к у с с т -

в е н н о г о метода отбора или отсева, т. е. искусственной изоляции, выделения фактов истории техники из их «естественных» условий, искусственного освобождения их от общественно-исторических связей.

Такой метод, по словам авторов, хотя и является «искусственным», но не является «нелогичным». И задача изложения формулируется следующим образом: показать эволюцию технических процессов, приемов, методов и устройств без учета и рассмотрения экономических и социальных связей. Такой метод нельзя назвать научным, так как он не дает возможности выяснить причины и закономерности развития техники. Редакторы это сознают и заявляют, что в связи с вышеизложенным их «История техники» по своей природе, возможно, более летопись («annals»), чем собственно история; но, добавляя они, настоящая история не может быть написана до тех пор, пока соответствующие исторические события или факты не будут выявлены и построены в определенном хронологическом порядке. Такая обедненная программа находит свое полное осуществление во втором томе. Первый том в этом отношении был более «историчным», более глубоким, гораздо более полным и менее «обзорным», менее «описательным».

Итак, дойдя до 2-го тома, организаторы издания увидели, что их «История техники» не является в сущности таковой, а будет представлять собой скорее исторический обзор или летопись и то не всей техники, а только западной.

Нам все-таки кажется, что «Историю техники» уже и теперь следует и можно писать не изолированно, не прибегая к «искусственному методу», а рассматривая ее в «естественных» условиях, в сложных взаимодействиях со всеми общественно-историческими явлениями.

Авторы полагают, что писать настоящую историю техники в мировом масштабе еще не настало время, что еще не проделана предварительная работа по собиранию, выявлению, проверке и систематизации фактов и вообще недостаточен еще опыт исследовательской работы в этой области. История техники, по их мнению, только еще создается как наука, переживает период своего становления. И главные надежды здесь следует возлагать на будущие исследования. А данную «Историю техники» следует рассматривать только как первую значительную попытку собрать и систематизировать факты истории техники, попытку, далекую от должной полноты и совершенства.

Несмотря на указанные пробелы и ограничения, как в 1-м, так и во 2-м томе, под-

нимаются, а иногда и решаются более или менее удовлетворительно многие сложные историко-технические проблемы, часто весьма трудные и запутанные, выясняются и отдельные частные вопросы, иногда имеющие также немалое принципиальное значение. При этом высказывается ряд интересных соображений и приводится много фактов, представляющих определенную ценность.

В 1-м томе, например, обсуждаются проблемы происхождения техники и первоначального ее развития и распространения, выясняются факторы, определяющие это развитие, перенесение различных изобретений и открытий, сделанных в одном месте, в другие области земного шара, происхождение и раннее развитие устройств, основанных на применении вращательного движения, и ряд других не менее важных и сложных вопросов.

Во 2-м томе, несмотря на большую по сравнению с 1-м томом дробность материала и «обзорный» характер изложения, также затрагиваются некоторые важные в теоретическом отношении проблемы. Особенно следует отметить главу 17 — «Энергетика», написанную Р. Дж. Форбсом, и главу 18 — «Машинные», написанную Б. Жилем, касающиеся вопросов, чрезвычайно важных для всего развития техники.

Эпизод 2-го тома, написанный Ч. Спиджером, касается культурных взаимоотношений Востока и Запада и должен в какой-то мере компенсировать отсутствие в этой книге материала по истории техники Востока. Здесь рассматриваются очень важные и спорные вопросы о проникновении культурных достижений Востока на Запад, о путях культурного и технического обмена между странами. Автор склонен придавать исключительно большое значение прямому переносу культурных достижений, открытий и технических изобретений из страны в страну — с Востока на Запад. Эти вопросы во многом еще не ясны и, несомненно, потребуют усилий со стороны ученых разных стран. Большую роль в этом должны будут сыграть и ученые стран Востока.

Следует еще отметить, что, несмотря на чрезвычайно подробный исторический обзор самых различных отраслей техники, иногда имеющих второстепенное значение, во 2-м томе не нашли никакого отражения некоторые весьма важные области техники, развивавшиеся в то время и сыгравшие исключительно большую роль в дальнейшем. Не рассмотрены некоторые автоматические устройства Древности и Средневековья, различные научные приборы и инструменты того времени и, наконец, ранние часовые механизмы. Чем объяснить такие пробелы — непонятно.

FRANTISEK ROUBÍK. *Od nositek k trolejbusu. Přehled vývoje veřejné dopravy v Praze.*

Praha, 1956.

ФРАНТИШЕК РОУБИК. *От носилок к троллейбусу. Обзор развития общественного транспорта в Праге.* Прага, 1956, 120 стр.

Перечень изданий по истории техники в Чехословакии пополнился еще одной интересной книгой: пражское издательство «Orbis» опубликовало монографию Франтишека Роубика «От носилок к троллейбусу» — обзор развития общественного транспорта Праги за последние четыре столетия.

Эта небольшая работа рассчитана на широкие читательские круги. Она открывается вводными главами, знакомящими читателя с историей строительства пражских мостов и благоустройства улиц города. В последующих главах дано изложение истории городских транспортных средств общего пользования со второй половины XVI в. и до наших дней.

Автор рассказывает о цеховой организации извозного промысла и о наемных повозках XVI—XVII вв., о наемных носилках (портшезах), появившихся в Праге с 1718 г., о наемных конных экипажах (флакках) конца XVIII в., омнибусах первой половины XIX в. и конно-железных дорогах (коинках) 1875—1905 гг. Кратко упомянув о попытках применения паровых двигателей как тяговых средств на городском транспорте (паровой повозке, демонстрировавшейся Иосифом Божеком в 1815 г., паровом безрельсовом поезде 1841 г., неосуществленном проекте парового трамвая, относящемся к 80-м годам прошлого столетия), он приводит затем описание пассажирской канатной дороги (фуникулера), сооруженной в Праге на холме Петржин в 1891 г., и подробно рассматривает развитие пражского электрического трамвая, первая линия которого была построена в том же году по проекту выдающегося чешского инженера Франтишека Кржижика. В заключительных главах автор останавливается на истории средств городского моторного безрельсового транспорта — наемных автомобилей, появившихся на улицах Праги с 1906 г., автобусов (включая наиболее раннюю попытку организации автобусного сообщения, датируемую 1908 г.) и троллейбусов, впервые введенных в эксплуатацию в 1936 г. Кроме того, в книге приводятся сведения по истории внешних транспортных связей Праги: шоссе, железных дорог с конной и паровой тягой, средств водного транспорта, начиная со старинных лодочных переправ, паровой лодки И. Божека (1817 г.) и парового судоходства

по рекам Влтаве и Лабе — колесного парохода «Богемия», построенного Войтехом Ланноу (1841 г.), и, наконец, средств воздушного транспорта — от опытов с полетами аэростатов в 1784—1791 гг. и попыток постройки летательных аппаратов тяжелее воздуха, предпринимавшихся Вацлавом Кадержавеком и Яном Кашпаром в 1866—1911 гг., до современных самолетов и вертолетов. Отдельные главы содержат краткие сведения, касающиеся истории городской почты, телеграфной и телефонной связи (первая линия электромагнитного телеграфа, соединившая Прагу с Оломоуцем, Брно и Веной, была введена в действие с 1847 г.; телефонные линии были впервые проложены в Праге в 1881 г.).

Составленная на основе архивных документов и многочисленных литературных источников, список которых включает свыше ста названий, содержащая большой фактический материал и снабженная хорошо подобранными иллюстрациями на вкладных листах, книга Ф. Роубика не свободна, вместе с тем, от некоторых недостатков.

Спорной является принятая автором периодизация, не раскрыты также специфические особенности технического развития городского транспортного хозяйства в Чехословакии. Сжатость изложения, обусловленная малым объемом книги, иногда переходит в простое перечисление имен, дат и событий, без элементарного технико-экономического анализа упомянутых фактов, без установления взаимосвязи между этими фактами и без объяснения причин неудач отдельных прогрессивных начинаний (таковы, например, ссылки на работы Божека, на попытку введения автобусного сообщения в 1908 г. и т. п.).

Но недостатки эти не являются определяющими для общей оценки книги.

Одна из немногих работ, рассматривающих историю средств городского транспорта, она содержит разнообразные и малоизвестные данные, которые несомненно привлекут к себе внимание специалистов. Ознакомление с этой книгой будет также способствовать расширению все еще недостаточных общих представлений об историческом аспекте развития техники в странах народной демократии.

Вс. П. Остольский

C. MACKENZIE JARVIS. *The History of Electrical Engineering.* Journal of the I. E. E., 1955, № 1, pp. 13—19; 1955, № 3, pp. 145—152; 1955, № 5, pp. 280—286; 1955, № 9, pp. 566—574; 1956, № 15, pp. 130—137; 1956, № 22, pp. 584—592.

С. М. ЯРВИС. *История электротехники*

В Англии в 1955 г. начал выходить новый ежемесячный журнал Journal of the Institution of Electrical Engineers (new-series), издаваемый Институтом инженеров-электриков. В журнале публикуется серия очерков по истории электротехники, написанных С. М. Jarvis. В аннотации этой серии работа автора характеризуется как попытка осветить историю применения электричества для нужд человечества.

В 1955—1956 гг. было напечатано шесть очерков, относящихся к периоду зарождения и раннего развития знаний в области электричества, к истории создания электрических источников света и машин постоянного тока, а также к развитию электрического телеграфа. Общий объем всех шести очерков составляет 47 страниц или около трех печатных листов. Отдельные очерки этой серии представляют собой тематически законченные статьи, в которых материал излагается в хронологической последовательности. В конце каждой статьи приведена библиография.

В первом очерке, озаглавленном «Накопление знаний об электричестве», автор показывает, как возникали и развивались элементы науки об электрических и магнитных явлениях, начиная с XIII в. В статье цитируются работы Перегрини; много внимания уделяется трудам Джильберта, который рассматривается как первый ученый, ставивший перед собой задачу научно осмыслить явление магнетизма; показана история создания в 70-х годах XVI в. первой электростатической машины Герике, работы которого явились промежуточным этапом между исследованиями Джильберта и экспериментами Хауксби по передаче статического электричества на расстоянии; излагается история создания в 1645 г. Лондонского королевского общества и его первые шаги; много места отводится выдающемуся американскому ученому Франклину и его работам в области атмосферного электричества, приведшим к изобретению громоотвода; отмечается, что в конце XVIII в. знания в области электричества становятся более точными и основываются на измерении и количественном исследовании; упоминаются труды Кулона, открывшего широкий путь для дальнейшего развития электротехники.

Второй очерк носит название «На пути к новому свету». В нем рассмотрены эволюция электрохимии по работам Пристли, Кавендиша, Дэви и Даниэли; показано, что открытие законов электролиза Фарадеем легло в основу науки об электрохимическом действии тока; изложена история развития знаний об электромагнетизме; рассмотрены работы Эрстеда, опубликованного в 1820 г. трактат об электромаг-

нитном действии тока, и Ампера, постулировавшего законы взаимодействия магнитных полюсов, а также эксперименты Араго, Фарадея и Старджена, приведшие к созданию первых электромагнитов; несколько строк отведено трудам Ома; в которых он сформулировал основной закон для простой электрической цепи. Заключительный раздел очерка посвящен эволюции источников дугового освещения. Здесь упоминаются работы создателей различных конструкций дуговых ламп. Автор утверждает, что открытие электрической дуги принадлежит Дэви (1800 г.).

В двух следующих очерках излагается эволюция машины постоянного тока как источника дугового освещения. После описания открытия Фарадеем законов электромагнитной индукции первой отмечается машина Пикси (1832 г.). Далее приводится описание многих машин, среди которых выделяются конструкции Кларка с подвижными катушками, Штёрера с вертикальным валом и первая мощная машина Холмса, долгое время применявшаяся для освещения маяков.

В связи с тем, что во второй половине XIX в. встал вопрос о замене в машинах постоянных магнитов электромагнитами, отмечаются работы Порта и Джонсона, сформулировавших принцип самовозбуждения. Рассматриваются конструкции генераторов с самовозбуждением и в качестве ранней конструкции приводится машина Варни. Как первая машина неявно-полюсного типа представлена машина с кольцевым якорем, предложенная Грамом. Действительным изобретателем первой динамомашин автор считает Уальда.

Пятая и шестая статьи посвящены развитию электрического телеграфа. После небольшого введения, в котором перечисляются ранние способы передачи сигналов на расстояние оптическими методами, рассматриваются первые системы электрического телеграфирования. Ронольда и электрохимический телеграф Зоммеринга упоминается имя Шиллинга как русского экспериментатора, создавшего систему электромагнитного телеграфа. Затем автор переходит к конструкциям телеграфных аппаратов, созданных Куком и Уитстоном, описывает возникновение ранних американских работ, среди которых видное место отводится Морзе.

Аннотируемая серия статей по истории электротехники еще не завершена. Редакция J. I. E. E. предполагает дальнейшую публикацию очерков, которые несомненно могут служить хорошим справочным материалом для изучения развития электротехники.

В. М. Родионов

А. В. ХРАМОЙ. Очерк истории развития автоматики в СССР. Октябрьский период. М., Изд-во Академии наук СССР. 1956. 221 стр.

Книга посвящена развитию в России автоматики как самостоятельной отрасли техники, начиная с появления первых автоматических приборов в 50-х годах XVIII в. и кончая опытами в области радиотелеуправления, проводившимися перед Великой Октябрьской социалистической революцией.

Вся книга разделяется на пять глав. В первой главе автор касается вопросов периодизации эволюции автоматических устройств, связывая эту периодизацию с этапами развития капитализма в России (выделяются периоды с 50-х годов XVIII в. до 60-х годов XIX в. и с 60-х годов XIX в. до Великой Октябрьской социалистической революции). Дается характеристика состояния науки и техники в каждый период и определяются предпосылки появления и развития элементов автоматики в России. Различные автоматические приспособления систематизированы автором по их целевому назначению, и история их развития рассматривается отдельно.

Во второй главе описываются устройства автоматического контроля. Их развитие разделяется на три основных этапа: создание самозаписывающих приборов (приборы М. В. Ломоносова), возникновение релейных устройств (приборы В. С. Якоби) и появление приборов активного контроля (устройства К. И. Константинова).

В третьей главе освещено развитие приспособлений для автоматического управления, которое можно проследить на протяжении двух периодов. Первый период (до 80-х годов прошлого столетия) связывается с возникновением электромагнитного телеграфа, минной техникой и электродугового освещения (изобретения П. Л. Шиллинга, В. С. Якоби, К. И. Константинова, В. Ф. Петрушевского, В. Ф. Дидрихсона, А. М. Хотинского и др.). Второй период начинается с конца 80-х годов и характеризуется интенсивным развитием средств автоматизации телефонных сообщений (изобретения К. А. Мосцицкого, С. М. Апостола, И. А. Тимченко, М. Ф. Фрейденберга и др.), а также применением принципов радиотелеграфа для

целей автоматического управления на расстоянии (Д. Н. Пильчиков, А. А. Холодковский, Ф. С. Маторикин, А. Шенснович, С. А. Ульянов). Кроме того, рассматриваются появившиеся в конце 90-х годов аппараты автоматического управления и защиты для сильноточной техники (изобретения В. А. Великанова, П. А. Ковалева, В. Н. Чиколова, Р. Э. Классона, В. Н. Демчинского, М. Н. Карманова, Р. Р. Вредена).

Четвертая глава содержит описание развития средств автоматического регулирования. В ней говорится об использовании в конструкции автоматических регуляторов механических, пневматических и электрических принципов и подчеркивается большое значение технических достижений русских изобретателей в этой области. Автор уделит внимание работам В. Н. Чиколова, М. О. Доливо-Добровольского, А. Г. Белявского, Н. Д. Паллеса и особо подчеркнул, что первый автоматический регулятор для производственного агрегата был изобретен И. И. Ползуновым в 1765 г. Наряду с освещением технических решений в создании автоматических регуляторов, в этой главе уделяется внимание теоретическим исследованиям (И. А. Вышнеградского, П. Л. Чебышева, А. М. Ляпунова, Н. Е. Жуковского), сыгравшим большую роль в развитии этой отрасли техники.

В пятой главе приводятся несколько примеров комплексной автоматизации производственных процессов. Первый такой опыт относился к 50-м годам прошлого века и был связан с механизацией одного из участков ракетного производства (работы К. И. Константинова), второй — с решением задачи прицельной залповой стрельбы по движущейся цели с качающегося судна (работы А. П. Давыдова), третий — с автоматизацией процесса горючей промывки осадка в химической лаборатории (работы П. И. Вахметьева) и четвертый — с автоматизацией процесса фотографирования (изобретения И. Л. Полякова).

Л. Г. Давыдова

Б. П. МАЗУРМОВИЧ, И. К. ШУЛЬГА. Выдающиеся отечественные зоологи М., Учпедгиз, 1955, 294 стр.

Книга Б. П. Мазурмовича и И. К. Шульги «Выдающиеся отечественные зоологи» представляет собой краткий справочник о русских зоологах за период с XVIII в. до настоящих дней. В книге — около сорока биографических очерков,

в которых кратко излагаются главные факты жизни ученых и дается характеристика их научной деятельности, приводятся портреты и списки главнейших трудов. Сборник предназначен для учителей естествознания и студентов высших

учебных заведений. Первое издание этой книги вышло в Киеве на украинском языке. Русское издание значительно расширено и дополнено.

Несомненно, такие краткие общедоступные биографические справочники весьма полезны, тем более, что по истории зоологии, кроме отдельных биографических материалов и некрологов, рассеянных по специальным изданиям, у нас почти ничего не имеется. Конечно, книга Б. П. Мазурмовича и И. К. Шульги — не история зоологии, и ни в какой мере на это не претендует. Написать историю зоологии, отвечающую состоянию отечественной науки, — дело будущего. Однако до появления такой истории разбрасываемая книга поможет многим биологам познакомиться с целой галереей русских зоологов — начиная с С. П. Крашенинникова, И. И. Лепехина и П. Палласа и кончая недавно умершими В. А. Догелем, С. И. Огневом, А. А. Захваткиным и др.

Трудность составления такого сводного биографического справочника заключается в том, что не всегда легко решить, кто именно из деятелей прошлого заслуживает включения в сборник.

В украинском издании книги было много досадных пропусков, было и кое-

что лишнее. Русское издание в этом смысле гораздо правильнее, но и в нем, на наш взгляд, не хватает биографий ряда ученых, которые внесли существенный вклад в отечественную зоологию. Следовало бы, например, ввести в сборник биографии учеников К. Ф. Рулье — С. А. Усова и Я. А. Борзенкова, зоонихолога В. А. Вагнера, академика Н. В. Пасонова, организатора зоологического музея Академии наук Ф. Ф. Брандта, одного из основателей экологии животных Д. Н. Кашкарова и некоторых других.

Неудачно вышли некоторые портреты вследствие невысокого качества бумаги, которую выделил для этой цели Учпедгиз. Для ряда портретов (И. М. Кулагина, В. М. Шимкевича, В. А. Догеля, С. И. Огнева и др.) существуют гораздо лучшие оригиналы.

Что касается содержания биографий, то, принимая во внимание вынужденную краткость и проистекающую отсюда неполноту, надо признать, что работа авторов выполнена вполне удовлетворительно, если не считать мелких промахов, на которых нет нужды останавливаться.

Б. Е. Райков
(Ленинград)

Oeuvres philosophiques de Buffon. Edit. J. Piveteau. Corpus général des philosophes français. Auteurs modernes, т. XLI, I. Presses Univers de France. Paris, 1954, 616 p.

Философские произведения Бюффона. Изд. Ж. Пивто. Париж. 1954, 616 стр.

Книга начинается вводной статьей профессора Пивто, посвященной краткой биографии Бюффона и характеристике его научного творчества. Рассматривается деятельность Бюффона как натуралиста, математика и литератора. Далее следует основной раздел книги: тексты Бюффона, иллюстрирующие три упомянутые стороны его деятельности. Бюффон-натуралист представлен многочисленными фрагментами из его знаменитой «Естественной истории». Эти тексты говорят о его методе, о понимании им природы в целом, о космогонии и «эпохах природы», об общих вопросах биологии, таких как размножение и др., об антропологии, естественной истории домашних и диких млекопитающих, о птицах, об окаменелостях и минералах. Этот естественноисторический раздел занимает в книге центральное место и является самым большим по объему. За ним следует сравнительно небольшой раздел, посвященный математическим тру-

дам Бюффона; и, наконец, третий, тоже небольшой раздел, содержит рассуждения Бюффона о стиле и другие высказывания, характеризующие его как литературного деятеля.

В конце книги дана подробная биография Бюффона, в которой указаны также переводы его сочинений на разные языки. Единственный перевод на русский язык «Естественной истории», предпринятый в конце XVIII в. и незаконченный, в этой библиографии не упоминается. Заключается книга именным и предметным указателем.

Аннотируемая книга является, несомненно, ценным пособием для знакомства с теоретическими воззрениями Бюффона, и, благодаря обширной библиографии, открывает дорогу к более подробному изучению научного наследия великого французского ученого.

И. И. Канаев

A. BARTHELMESS. *Vererbungswissenschaft*. Verlag K. Alber. Freiburg—München. 1952; 430 S.

A. БАРТЕЛЬМЕС. *Учение о наследственности*. Фрейбург—Мюнхен. 1952, 430 стр.

W. ZIMMERMANN. *Evolution. Die Geschichte ihrer Probleme und Erkenntnisse*. Verlag K. Alber. Freiburg—München. 1953. 623 S.

В. ЦИММЕРМАН. *Эволюция. История проблемы и ее изучение*. Фрейбург—Мюнхен. 1953. 623 стр.

TH. BALAUFF. *Die Wissenschaft vom Leben. Eine Geschichte der Biologie*. Bd. I. Vom Altertum bis zur Romantik. Verlag K. Alber, Freiburg—München. 1954. 444 S.

Т. БАЛАУФ. *Наука о жизни. История биологии*. Т. I. От древности до эпохи романтизма. Фрейбург—Мюнхен. 1954. 444 стр.

Все три книги относятся к серии «Orbis academicus», посвященной истории отдельных проблем и отраслей науки. Каждая из них снабжена подробной библиографией, именным и предметным указателями. Все книги серии составлены из выдержек наиболее важных для истории науки работ и снабжены пояснительным текстом.

Книга А. Бартельмеса «Учение о наследственности» посвящена истории генетики; она содержит цитаты из важнейших первоисточников, начиная с Гиппократов и Аристотеля и кончая современными авторами — Добжанским, Гольдшмидтом и др. Это, в сущности, первая история генетики, полезная для всех интересующихся развитием этой науки.

В. Циммерман видный специалист по филогении растений.

В первой части своей книги он последовательно рассматривает эволюционные

представления, начиная с мифов и взглядов эллинических философов до Средневековья; во второй части дано развитие эволюционной мысли от эпохи Возрождения до конца XVIII в.; третья часть охватывает период от Ламарка до наших дней. Ценность содержательной книги Циммермана снижается отсутствием в ней упоминания о русских эволюционистах.

Т. Балауф излагает историю изучения основных жизненных явлений от античного времени до наших дней. Книга содержит много интересных текстов, иногда и из редких изданий, и воспроизводит рисунки из книг XVI—XVIII вв.

Спорность и подчас ошибочность некоторых суждений авторов всех трех упомянутых книг компенсируется богатством собранного ими материала по истории биологических наук.

И. И. Канаев
(Ленинград)

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

ПРАЗДНОВАНИЕ 250-ЛЕТИЯ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА ГЕРМАНСКОЙ АКАДЕМИЕЙ НАУК В БЕРЛИНЕ

21 марта 1957 г. в Берлине состоялось торжественное заседание общего собрания Германской Академии наук в Берлине при участии многочисленных гостей из Германии и из-за границы, посвященное 250-летию со дня рождения великого математика Леонарда Эйлера.

Заменяющий заболевшего Президента Германской Академии наук ее вице-президент, профессор-доктор, доктор honoris causa В. Фридрих во вступительном слове приветствовал официальные делегации Академий наук Польши, Румынии, Чехословакии, СССР, Венгрии и делегатов немецких Академий (Баварской, Гёттингенской, Галле, Гейдельбергской, Саксонской). С ответными речами и приветственными посланиями выступили руководители делегации Академии наук СССР академик П. С. Александров, который является членом-корреспондентом Германской Академии наук в Берлине; вице-президент Польской Академии наук, академик В. Куратовский; член-корреспондент Чехословацкой Академии наук О. Борушка и академик С. Стоилов, представлявший Румынскую Академию наук. Болгарская Академия наук прислала приветственную телеграмму. Затем с докладом о деятельности Леонарда Эйлера в Берлинской Академии (1741—1766 гг.) выступил академик Э. Винтер (Берлин), давший оценку значения деятельности Леонарда Эйлера для немецко-русского просвещения.

После этого общего исторического введения выступил академик П. С. Александров, который обрисовал место математических работ Леонарда Эйлера в истории математики и дал характеристику общих тенденций развития математических наук. Последним выступил академик Э. Гельдер (Лейпциг), который охарактеризовал начатое Эйлером направление в разработке вариационного исчисления и рассмотрел его применения в физике и тех-

нических науках, а также значение в настоящее время.

Во второй половине дня 21 марта началась Международная математическая конференция, в которой приняли участие ведущие математики и историки математики из ГДР, ФРГ и десяти других стран. Сделанные доклады можно разделить на две группы: в одних обсуждались историко-научные темы, в других были рассмотрены актуальные вопросы математических наук. Некоторые из докладов второй группы были посвящены ζ -функциям, которые, как выразился академик Келер, в особенно отчетливой форме объединяют любовь Эйлера к вычислению (Rechenfreudigkeit) с тончайшими проблемами современных исследований.

23 марта математическая конференция закончилась (список докладов, сделанных на ней, дается в конце сообщения). В заключение выступил председатель Эйлеровской комиссии Германской Академии наук, академик Курт Шрёдер, который поблагодарил участников за их интересные доклады и за живое участие в обсуждении. С ответным словом от имени гостей выступил Эрико Боминани, который со своей стороны выразил благодарность Германской Академии наук в Берлине за исключительно удачную организацию Эйлеровых торжеств.

В заключение математической конференции 24 марта была проведена экскурсия в Потсдам в замок и парк Сан-Суси.

Немецким и иностранным гостям были вручены изготовленные государственным фарфоровым заводом памятные медали, на лицевой стороне которых выполнен портрет Леонарда Эйлера, а на оборотной стороне — надпись «MEMORIAM INSIGNIS MATHEMATICI ABHINC CCL ANNOS NATI COLENTIBUS».

Доклады, прочитанные на торжественном заседании и на математической кон-

ференции, как и ряд посвященных Эйлеру статей, подготовленных сотрудниками Германской Академии наук в Берлине, будут опубликованы отдельной книгой.

Подготовка и проведение торжеств в Берлине и торжественной сессии в Ленинграде, а также изданий, посвященных юбилею, осуществлены в тесном сотрудничестве Германской Академии наук в Берлине и Академией наук СССР.

Темы докладов на математической конференции 21—23 марта 1957 г., посвященной 250-летию юбилею со дня рождения Эйлера:

1. Б л а ш к е В. (Гамбург). Эйлер и кинематика.
2. Б о р у в к а О. (Брно). Матриас Лерх как продолжатель классиков теории гамма-функции.
3. Б о м б а н и Е. (Рим). Представления плоских дифференциальных элементов.
4. Б р у н В. (Дрёбек. Норвегия). Многомерные алгоритмы, обобщающие Эйлерово разложение в непрерывную дробь числа e .
5. Д е л о н е В. Н. (Москва). О связи между Лагранжевыми классами иррациональностей и Марковскими классами предельных форм.
6. Д е н ж у а А. (Париж). Симметричные первые производные.

К. Р. Бирман
(ГДР)

ПРАЗДНОВАНИЕ 250-ЛЕТИЯ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА В ЛЕНИНГРАДЕ

15 апреля 1957 г. исполнилось 250 лет со дня рождения великого ученого XVIII в., руководителя первой русской математической школы Леонарда Эйлера. По решению Президиума Академии наук СССР с 15 по 18 апреля 1957 г. в Ленинграде была проведена специальная научная сессия. Отделений физико-математических и технических наук АН СССР, посвященная этой знаменательной дате.

В работе сессии участвовали ученые из Москвы, Ленинграда, Киева, Еревана, Свердловска, Владивостока и других городов Союза — всего более 250 человек. В сессии приняли участие крупные советские ученые, академики: И. И. Артоболевский, И. М. Виноградов, А. Ф. Иоффе, М. А. Лаврентьев, А. А. Миклушин, И. Г. Петровский, В. И. Смирнов, В. А. Фок и др., а также зарубежные ученые: представитель Болгарской Академии наук проф. Х. Христов (София); представитель Венгерской Академии наук академик А. Реньи (Будапешт); делегация Германской Академии наук в Берлине в составе академиков К. Шрёдера (Берлин) и

7. Д о й р и н г М. (Геттинген). ζ -функции алгебраических кривых и многообразия.
8. Э й х л е р М. (Марбург). Группы гомотопии группы путей Римановой поверхности.
9. Е р д ё ш П. (Бирмингем). Проблемы и результаты аддитивной теории чисел.
10. Г р е л л ь Г. (Берлин). Классы идеалов и структура колец в алгебраических числовых полях.
11. Г о ф м а н И. Е. (Ихенхаузен). О первых исследованиях Эйлера по теории рядов.
12. Ю ш к е в и ч А. П. (Москва). Эйлер и Лагранж об основаниях анализа.
13. К у р а т о в с к и й К. (Варшава). О сходимости множеств.
14. Л а м п р е х т Е. (Вюрцбург). О представлении ζ -функций в форме произведений.
15. П о с т н и к о в А. Г. (Москва). Аналогии проблемы Тарре для показательной функции.
16. Ш м е й д л е р В. (Берлин). Вариационное исчисление и теория интегральных уравнений.
17. С т о и л о в С. (Бухарест). Об аналитических функциях, определяемых целыми соотношениями.
18. Т у р а н П. (Будапешт). К теории рядов Дирихле.

Э. Винтера (Берлин), профессоров К. Грелля (Берлин), О. Г. Келлера (Галле на Заале), К. Маруна (Дрезден) и инж. К. Р. Бирмана (Берлин); представитель Польской Академии наук академик В. Серпинский (Варшава), ректор Вроцлавского университета проф. Э. Марчевский (Вроцлав); представитель Академии наук в Париже академик М. Фреше (Париж); представитель Чехословацкой Академии наук проф. М. Катетов (Прага).

Заседания сессии проходили в большом конференц-зале Академии наук СССР в Ленинграде. Первое заседание открылось 15 апреля в 12 часов дня, на нем присутствовало более 500 человек — ученых, представителей общественных и партийных организаций Ленинграда, учащихся высших учебных заведений. Вступительное слово произнес Президиум АН СССР академик М. А. Лаврентьев. В своей речи он отметил основные даты жизни и научной деятельности Л. Эйлера, охарактеризовал его главные научные труды. Работа Эйлера по своей

интенсивности, сказал академик Лаврентьев, едва ли имеет равную себе в истории математики. С неукротимой энергией он занимался проблемами математических и прикладных наук. Гений Л. Эйлера охватил все отрасли современных ему физико-математических наук — анализ и алгебру, аналитическую и дифференциальную геометрию; механику твердого тела, оптику и учение об электричестве, астрономию, а также ряд отделов технических наук. Он заложил основы нескольких самостоятельных дисциплин — вариационного исчисления, теории дифференциальных уравнений и аналитической теории чисел. В своих работах он нередко развивал идеи и методы, подлинное значение которых стало ясно лишь через 100 и более лет.

После вступительного слова академика Лаврентьева был заслушан ряд приветственных адресов и речей. Академик И. М. Виноградов зачитал адрес Лондонского королевского общества, академик К. Шрёдер — адрес Германской Академии наук в Берлине; приветственные речи произнесли: от Болгарской АН — проф. Х. Христов; от Венгерской АН — академик А. Реньи; от Польской АН — академик В. Серпинский; от Академии наук в Париже — академик М. Фреше; от Чехословацкой АН — проф. М. Катетов; был зачитан адрес Австрийской Академии наук, а также — адрес Академии строительства и архитектуры СССР. В Юбилейный комитет поступили поздравительные письма Академии деи Линчей (Италия) и Финляндской Академии наук.

В соответствии с намеченной программой были заслушаны доклады: академика К. Шрёдера «Деятельность Эйлера в области математической физики и практических приложений математики, особенно в берлинские годы жизни», академика В. И. Смирнова «Неопубликованные материалы Л. Эйлера в Архиве Академии наук СССР», чл.-корр. АН СССР А. О. Гельфонда «Роль работ Л. Эйлера в развитии теории чисел», чл.-корр. АН СССР Б. Н. Делоне «Эйлер как геометр», чл.-корр. АН СССР Л. Н. Сретенского «Задача о движении твердого тела в работах Л. Эйлера», вице-президента Академии педагогических наук РСФСР проф. А. И. Маркушевича «Основные понятия анализа и теории функций в трудах Эйлера», чл.-корр. АН СССР М. Ф. Субботина «Л. Эйлер и астрономические проблемы его времени».

Все доклады вызвали большой интерес. Помимо докладов, сделанных на Юбилей-

ной сессии, 16 и 17 апреля ряд советских и иностранных участников сессии выступили с научными докладами специального характера на математико-механическом факультете ЛГУ (профессора К. М. Грелль, О. Г. Келлер и К. Марун, академики Э. Марчевский, М. А. Лаврентьев и А. Ю. Ишлинский, чл.-корр. АН СССР Л. С. Понтрягин, чл.-корр. АН СССР Б. Н. Делоне).

Материалы сессии будут опубликованы в специальном сборнике памяти Л. Эйлера, издаваемом Академией наук СССР совместно с Германской Академией наук в Берлине.

Во время сессии были открыты две выставки. На первой выставке, организованной Библиотекой АН СССР в помещении большого конференц-зала, были широко представлены научные труды Эйлера, работы его русских учеников, а также литература об Эйлере. Вторая выставка, организованная Ломоносовским музеем Института истории естествознания и техники в помещении б. кусткамеры, была посвящена жизни и деятельности Эйлера и его современников. На этой выставке экспонировались гравюры с видами Базеля, Петербурга, Берлина, карты путешествий Эйлера, многочисленные фотокопии документов и т. д. Часть экспонатов была прислана из Базеля, Берлина, Мюнхена. Официальный осмотр выставки состоялся 15 апреля.

16 апреля в 3 часа дня в присутствии участников сессии состоялось торжественное открытие мемориальной доски на доме, где Эйлер провел последние годы жизни. С большой речью здесь выступил академик В. И. Смирнов.

17 апреля в 4 часа дня участники сессии посетили могилу Л. Эйлера в ленинградском некрополе. Были возложены венки от Академии наук СССР и от Германской Академии наук в Берлине.

Участникам сессии была вручена памятная медаль. Печать и радио регулярно освещали работу сессии; в газетах было опубликовано несколько статей об Эйлере.

Юбилейные заседания, посвященные 250-летию со дня рождения Л. Эйлера, были проведены также в Ленинградском отделении Института истории естествознания и техники АН СССР, в Академии строительства и архитектуры СССР, в ряде Академий наук союзных республик, в Московском математическом обществе и других научных организациях нашей страны.

А. Г.

УРАЛЬЦЫ ОТМЕЧАЮТ ЮБИЛЕЙ ЭЙЛЕРА

Уральским политехническим институтом им. С. М. Кирова в г. Свердловске 30 мая 1957 г. была проведена юбилейная научная сессия, посвященная 250-летию со дня рождения великого математика и

механика, теоретика инженерного дела Леонарда Эйлера.

На сессии присутствовали профессора и преподаватели института, а также представители заводов, фабрик, вузов и об-

ественных организаций г. Свердловска. Для организации и проведения сессии был создан оргкомитет (в составе восьми человек), который составил программу сессии, обсудил и утвердил тезисы докладов, оповестил участников о месте и времени работы сессии.

Вступительную речь на сессии произнес профессор Н. И. Сыроматников.

Доцент В. А. Кочев сделал доклад «Жизнь и творчество Леонарда Эйлера». Тезисы этого доклада были опубликованы в газете «Уральский рабочий» от 30 мая 1957 г.

С интересными и содержательными сообщениями выступили: доцент Г. Н. Нефедьев «О трудах Эйлера по теории чисел», доцент В. М. Соколов «О трудах Л. Эйлера в области механики», член-

корр. Академии архитектуры и строительства СССР С. Е. Бутаков «Л. Эйлер — основоположник теории гидродинамики», доцент А. И. Александров «Роль Л. Эйлера в создании водяных турбин», доцент В. Ф. Янченко «Роль Эйлера в создании теоретических основ гидродинамики», член-корр. Академии строительства и архитектуры СССР С. А. Рогоцкий «Роль Л. Эйлера в строительной механике», доцент А. Б. Париницкий «Роль Л. Эйлера в создании теоретических основ деталей машин», доцент Н. Н. Мазуров «Роль Л. Эйлера в геодезии».

Доклад и сообщения были заслушаны присутствующими с большим интересом.

В. Кочев
(Свердловск)

ТРЕТИЙ МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОЛЛОКВИУМ ПО ИСТОРИИ МАТЕМАТИКИ В МАТЕМАТИЧЕСКОМ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОМ ИНСТИТУТЕ В ОБЕРВОЛЬФАХЕ

(ФРГ, Швабия, 11—13 апреля 1957 г.)

Руководитель коллоквиума г. Гофман (Ихенгаузен) во вступительном слове почтил память выдающихся исследователей в области истории математики, скончавшихся со времени последнего коллоквиума: М. Каспара (Мюнхен), Г. Шольца (Мюнстер) и П. Цюльке (Кассель).

Первое сообщение г. Буркхардта (Цюрих) было посвящено двум сохранившимся лишь в отрывках папирусам, содержащим эфемериды (348/9 соответствует 467 г. н. э.), которые он исследовал совместно с Ван-дер-Варденом (Цюрих). Определение ряда чисел было связано со значительными трудностями, ибо обе эфемериды, вычисленные согласно «Таблицам» Феона Александрийского, содержат ошибки.

Близится к окончанию ценное издание Евклида на древнегреческом и новогреческом языках. Г. Геллер (Шлезвиг) доложил об опубликованных в связи с этим изданием трех работах г. Стаматиса (Афины) («Akademische Berichte», 30/31, 1955/6). В этих работах речь идет о реконструкции доказательств иррациональности квадратных корней из неквадратных чисел, принадлежащих Феодору (Платон, Фестет 147 d 3/6), о причинах, по которым доказательства иррациональности для отдельных чисел обрываются на $\sqrt{17}$, и об евклидовом методе доказательства теоремы об отношении площадей двух кругов.

Г. Гаммер (Штутгарт), который взял на себя завершение издания сочинений Кеплера, сообщил о ходе работ. В скором времени выйдет последний 18 том, содержащий переписку Кеплера. Г. Гаммер обнаружил некоторые неполные сообщения Шикхардта (1623 г.) о его счетной машине,

которые позволили г. Фрейтагу (Лоррингоф, Тюбинген) воспроизвести эту машину. Это — не вполне автоматизированная машина для умножения, деления и извлечения корней.

Г. Скриба (Гиссен) сделал доклад о премированном сочинении, посвященном жизни и творчеству Дж. Грегори (1638—1675), — главным образом об отделах, в которых рассмотрены «Vera quadratura» (1667) и «Geometriae pars universalis» (1668). Последний труд Грегори представляет собой первое изложение создававшегося тогда исчисления бесконечно малых. Так как Грегори все излагал словесно, то метод его весьма неудобен.

Г. Стулов (Майнц) сделал доклад об эволюции требований, предъявляемых в математике к точности рассуждений, от Эйлера до наших дней, подробно остановившись на различных концепциях XIX и XX вв. Интересный доклад Стулова вызвал активное обсуждение отдельных фаз развития этой проблемы.

Г. Фогель (Мюнхен) рассмотрел многочисленные задачи «Универсальной арифметики» Л. Эйлера, источники которых прослеживаются вплоть до вавилонской математики.

О непосредственных источниках Эйлера мы судить пока не в состоянии, возможно, что с некоторыми задачами он встретился в годы учения в Базеле.

Г. Функ (Вена) сделал сообщение о двух письмах Эйлера к Лагранжу. В них содержится формальное упрощение приема Эйлера в виде перехода к методу вариаций, а также критика подхода Лагранжа и Даламбера к задаче о колеблющейся струне.

Г. Гофман (Ихенгаузен) в докладе, посвященном 250-летию со дня рождения Эйлера, дал психологический анализ математического мышления Эйлера. Он остановился на петербургских исследованиях Эйлера по теории рядов (интерполяция и суммирование), которые Эйлер проводил в соревновании с Д. Бернулли и Х. Гольдбахом, почти не прибегая к литературе вопроса. Основываясь на этом примере, Гофман характеризует математиче-

ское мышление Эйлера следующим образом: гениальная алгоритмическая разработка стимулированных извне проблем; создание эффективных методов посредством чрезвычайно изобретательного синтеза самых разнородных идей; стремление к безупречному, т. е. строгому оформлению и углублению методов и их преобразованию в новые отрасли науки.

Иос. Э. Гофман
(ФРГ)

ИЗУЧЕНИЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ Г. АГРИКОЛЫ В ГЕРМАНСКОЙ ДЕМОКРАТИЧЕСКОЙ РЕСПУБЛИКЕ

В 1955 г. Правительство ГДР создало Центральную юбилейную комиссию по подготовке и проведению 400-летней годовщины со дня смерти выдающегося немецкого ученого XVI в. Г. Агриколы.

Как известно, Агрикола внес большой вклад в развитие геологии и минералогии, горного дела и металлургии. Капитальный труд Агриколы «De re metallica», изданный в 1556 г., через четыре месяца после его смерти, являлся в течение более 200 лет основным учебником по горному делу и металлургии. Он неоднократно переиздавался на латинском, немецком и других языках. Агриколе принадлежат также интересные труды в области медицины, зоологии, экономики, педагогики и теологии.

Жизнь и деятельность Г. Агриколы получила широкое освещение в литературе. Можно отметить ряд работ как биографических, так и посвященных анализу научных трудов Агриколы. Интересные монографии об Агриколе опубликовали немецкие исследователи Хофман (1905 г.), Фишер (1944 г.), Хорст (1955 г.) и Вильсдорф (1956 г.). В СССР в 1955 г. вышла книга С. В. Шухардина «Георгий Агрикола».

Основной труд Агриколы «De re metallica» уже в наше время был издан в ряде стран как историко-технический памятник XVI в. В 1912 г. он вышел на английском языке (в 1950 г. вторично был переиздан в Нью-Йорке), в 1928 г. — на немецком (в 1953 г. вторично переиздан), в 1933 г. — на чешском. В настоящее время готовится русский перевод.

Наиболее полное собрание сочинений Г. Агриколы начало издаваться в ГДР Государственным минералогическим и геологическим музеем (Дрезден). Уже вышло в свет три тома (из восьми). Агрикола все свои произведения писал и издавал на латинском языке. Перевод их на современные языки требует больших усилий и многочисленных комментариев. Для подготовки указанного полного собрания сочинений Агриколы привлечены крупные немецкие специалисты в различных областях знаний.

После широко проведенных в ноябре 1955 г. торжеств, посвященных 400-летней годовщине со дня смерти Агриколы, Центральная юбилейная комиссия была реорганизована в Постоянную комиссию по изучению научного наследия Агриколы. Председателем Комиссии был назначен доктор Ноак, ученым секретарем — доктор-инженер Хорст. Комиссии находится в Берлине и имеет в различных городах ГДР свои исследовательские группы. Эти группы созданы в основном в тех городах, с которыми была связана деятельность Г. Агриколы; например, в г. Глаухау, где 24 марта 1494 г. родился Агрикола; в г. Цвиккау, в котором он работал учителем с 1518 по 1522 г.; в г. Хемниц (ныне Карл-Маркс-Штадт), где он жил и работал в течение последних 25 лет; в г. Цейтц — месте его погребения.

Постоянная комиссия ставит перед собой цель выявлять и изучать все материалы, связанные с жизнью и творчеством Г. Агриколы. Прежде всего были приняты меры по учету сохранившихся до нашего времени произведений Агриколы, а также исследований и статей о нем. Для этого Комиссия обратилась к крупнейшим библиотекам не только Германии, но и других стран. Уже получены ценные сведения от ряда библиотек, в том числе от библиотек СССР. Таким путем удалось найти труд Агриколы «Epistola ad Plateanum», который считался до этого утерянным.

Членам исследовательских групп в разных городах большую помощь оказывают работники библиотек, архивов и музеев. Значительную работу по изучению научного наследия Агриколы проводят профессора и преподаватели Фрейбургской горной академии, которые издали ряд серьезных исследований на эту тему.

Постоянная комиссия готовит обширный труд «Список сохранившихся произведений гуманиста доктора Георга Агриколы и результаты библиографических исследований», который должен выйти в свет в 1958 г. в издании Германской Академии наук в Берлине.

У. Хорст
(ГДР)

ЗА РАЗВИТИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

12 апреля 1957 г. Президиум АН СССР заслушал доклад директора Института истории естествознания и техники АН СССР проф. Н. А. Фигуровского о работе Института. В своем докладе Н. А. Фигуровский отметил, что Институт истории естествознания и техники был создан 5 сентября 1953 г. на базе ранее существовавших в системе Академии наук Института истории естествознания и Комиссии по истории науки и техники. За три с половиной года Институт вырос в крупное научное учреждение. В его состав входят 8 секторов, Ленинградское отделение и музей М. В. Ломоносова. В Институте в настоящее время работают 167 человек, из них: 23 доктора наук, 54 кандидата наук и 42 младших научных сотрудника, не имеющих ученой степени. При Институте проходит аспирантуру 21 человек.

Сотрудники Института выполнили значительную по объему исследовательскую и научно-литературную работу. Если бывший Институт истории естествознания за 12 лет выпустил всего 21 книгу, общим объемом около 600 п. л., то за отчетный период новый Институт опубликовал 59 изданий общим объемом около 1200 п. л. Среди этих изданий наиболее серьезными следует считать труды: «История естествознания в России», т. I; «История Академии наук СССР», т. I и др. Систематически издаются «Труды Института», в которых помещаются интересные и важные статьи и материалы по истории различных областей естествознания и техники (всего вышло 13 томов)¹. С 1956 г. начал выходить периодический сборник «Вопросы истории естествознания и техники» (издано два выпуска)², содержащий, кроме исследовательских статей, также публикации, сообщения о новых документах, рецензии на изданные книги и хронику научной жизни. Помимо этого, редакции и комиссии, работающие при Институте, выпустили собрания сочинений М. В. Ломоносова, Д. И. Менделеева, А. М. Бутлерова, а также несколько томов из серии «Классики науки».

В последние годы Институт наладил связь с зарубежными историками науки и техники, приступил к организации Национального объединения советских историков науки и техники³ и принял в

1956 г. участие в работах VIII Международного конгресса историков науки в Италии. От Советского Союза в программу Конгресса было включено 53 доклада по истории отдельных областей естествознания и техники.

Н. А. Фигуровский отметил также серьезные недостатки, имеющиеся в работе Института. Так, исследования зачастую ведутся обособленно от институтов Академии наук СССР и республиканских Академий, а также высших учебных заведений страны; тематика работ секторов не обсуждается в соответствующих Отделениях и институтах АН СССР и составляется главным образом на основе пожеланий отдельных сотрудников, причем нередко включаются темы, не имеющие большого принципиального значения для изучения истории науки и техники, а отвечающие узкой специализации отдельных сотрудников.

Институт до сих пор еще не объединил усилия историков науки и техники по разработке актуальных вопросов истории отечественной науки и техники и не выдвинул перед научной общественностью узловых вопросов, подлежащих разработке. Институт не организовал за время своего существования ни одного широкого совещания по истории естествознания и техники. Имевшиеся в Комиссиях по истории науки и техники связи с научной общественностью Институтом были в значительной мере утрачены.

До середины 1956 г. в работе Института была принята неправильная ориентация на создание обобщающих трудов по общей истории отдельных наук и отраслей техники без учета реальных сил и возможностей Института (история химии, история машиностроения, история географии и др.). Эти работы проводились без достаточно глубокого знания достижений мировой науки. В ряде случаев они не были обеспечены соответствующими кадрами. Предварительно не были созданы монографии по отдельным малоизученным вопросам и важнейшим направлениям естественных наук и техники.

В планах работы Института слабо представлены исследования по истории естествознания и техники новейших периодов и особенно истории развития отечественной науки и техники за советский период. В подготовляемых Институтом трудах совершенно недостаточно освещаются достижения мировой науки за новейшие периоды истории. Некоторые разделы истории науки совершенно не представлены в Институте: не обеспечены исполнителями исследования по истории многих разделов биологии, истории геологической науки, истории металлургии, истории астрономии.

На работе Института, указав далее Н. А. Фигуровский, отрицательно сказывается отсутствие перспективного плана научно-исследовательских работ, согласованного с заинтересованными научными учреждениями. Сектора Института в значительной степени работают разобщенно, нет органического единства в планах Института. Недостаточная связь между секторами объясняется, в основном, неправильной постановкой работы Ученого совета, который мало занимался изучением деятельности секторов, почти не ставил на обсуждение общих вопросов теории и методологии истории науки и техники, а был занят главным образом обсуждением организационных вопросов, квалификационными делами и юбилейными заседаниями, которым уделялось основное внимание.

Выступивший затем с докладом председатель Комиссии Президиума АН СССР по проверке деятельности Института членкорр. АН СССР Б. А. Рыбаков подчеркнул значение Института истории естествознания и техники в системе научно-исследовательских звеньев Академии наук. Труды, изданные Институтом, чрезвычайно необходимы для развития целого ряда точных и прикладных наук. Комиссия при ознакомлении с работой Института вскрыла существенные недостатки в его работе, о которых уже говорил Н. А. Фигуровский в своем докладе.

В обсуждении доклада приняли участие академики К. В. Островитянов, А. В. Топчнев, И. П. Бардин, В. В. Виноградов, В. А. Энгельгардт, профессора Б. М. Кедров, О. Е. Звягинцев и др.

Академик К. В. Островитянов подчеркнул значение разработки методологических вопросов при изучении истории естествознания и техники. Он предложил провести специальное совещание по этим вопросам и издать сборник, в который включить статьи по всем основным теоретическим проблемам истории науки и техники. Особенно необходимо обратить внимание на налаживание постоянных связей с Институтами и Отделениями Академии наук. Желательно ввести в Ученый совет Института представителей от Отделений.

Академик А. В. Топчнев отметил, что Институт стал несколько громоздким по своей структуре. Он рекомендовал освободиться от сотрудников, которые не заняты творческой работой. Для успешной работы следует определить главные направления исследований в области истории естествознания и техники. Одной из задач Института является координация исследований, проводимых в академических и отраслевых институтах, республиканских академиях и в высших учебных заведениях страны. Институт должен объединить всех советских исследователей в этой области знаний и направлять их деятельность.

Академик И. П. Бардин, напомнив,

что советские ученые значительно отстают в изучении истории металлургии, указав на большую работу в этой области, которая проводится в Англии и других странах. Между тем, сказал он, история металлургии в России является очень интересной и поучительной. Необходимо, наряду с Институтом истории естествознания и техники, создавать небольшие группы в 2—3 человека для изучения соответствующих отраслей техники и науки также и в специальных институтах. Это будет способствовать привлечению к данной области исследования ведущих ученых, которые, к сожалению, не имеют достаточно времени для собирания архивных документов. Следует уделить больше внимания выявлению документов, установлению фактов из истории науки и техники. Видно, по ряду проблем вначале придется публиковать статьи по отдельным вопросам, очерки, и только после этого, когда будет собран достаточный материал, можно будет приступить к созданию капитальных монографий, посвященных важным областям науки и техники.

В своем выступлении проф. Б. М. Кедров подверг критике работу Института, указав на отсутствие исследований по изучению основных законов развития науки и техники. Он указал, что в Институте не оказывают должного внимания работе Комиссии по изучению научного наследия Д. И. Менделеева.

Академик В. В. Виноградов рекомендовал усилить работу по изданию рукописных материалов и архивных документов по истории науки и техники, наладить исследования по истории научно-технической терминологии древних периодов.

Проф. О. Е. Звягинцев предложил обратить внимание на преподавание курсов истории естественных наук и техники в высших учебных заведениях: молодежь должна знать историю своей области знания, ей должен быть привит вкус к истории науки.

Подводя итоги обсуждению деятельности Института истории естествознания и техники, Президент АН СССР академик А. Н. Несмеянов указал, что каждый институт должен заниматься методологией своей науки, но для этого необходимо располагать определенными данными и иметь соответствующий уровень самой науки. Следует прежде всего достигнуть такого состояния самой науки, когда ясно встанут эти методологические и теоретические вопросы. Переключать всю работу Института истории естествознания и техники на данный круг исследований сейчас преждевременно, так как многое еще неясно, предстоит много сделать по конкретным исследованиям в области истории науки и техники.

Президент далее отметил, что Институт не только должен вести исследования, но и быть организатором работы по изучению истории науки и техники в академи-

¹ К концу 1957 г. издано 19 томов.

² К концу 1957 г. издано 5 выпусков.

³ В настоящее время Национальное объединение уже создано. 21—22 июня 1957 г. состоялась первая Конференция, на которой было принято Положение о Национальном объединении и избран Национальный комитет советских историков естествознания и техники (см. выпуск 3 данного издания).

ческих и отраслевых институтах, а также в других учреждениях. Для этого целесообразно поддерживать инициативу создания специальных групп по истории науки и техники при институтах. Целесообразно время от времени в Отделении Академии наук заслушивать работу секторов Института о важнейших исследованиях по истории науки и техники.

Институту, продолжал А. Н. Несмеянов, следовало бы сосредоточить свое внимание на важнейших проблемах, поставив главной своей задачей разработку вопросов истории отечественной науки и техники.

В целях развития исследований в области истории естествознания и техники Президиум АН СССР принял постановление, в котором указал, что важнейшей задачей Института истории естествознания и техники является дальнейшая разработка истории отечественной науки и техники на фоне развития мировой науки. Президиум АН СССР обязал Институт шире развернуть изучение истории развития естественных и технических наук новейших периодов и, в особенности, развития отечественной науки и техники за советский период, для чего поставить исследования по специальной проблеме «История развития естествознания и техники в Советском Союзе» и привлечь для участия в ее разработке крупных специалистов по отдельным отраслям знаний.

Институту истории естествознания и техники предложено разработать и об-

судить, с привлечением заинтересованных учреждений и ученых, работающих в области истории науки и техники, перспективный план научно-исследовательских работ Института.

В 1957—1958 гг. намечено проведение широких конференций и совещаний по истории отдельных областей естествознания и техники с привлечением большого актива исследователей. Значительное внимание уделяется установлению постоянной деловой связи Института со всеми учреждениями страны, ведущими работу по истории науки и техники. Бюро Отделений АН СССР предложено ежегодно заслушивать отчеты соответствующих секторов Института.

Институт должен усилить исследования по истории геологии, биологии, металлургии и другим ведущим областям науки и техники, для чего привлечь к работам в Институте крупных специалистов в этих областях наук.

Институту истории естествознания и техники рекомендовано организовать совместно с Отделением литературы и языка исследования по вопросам истории научно-технической терминологии древних периодов.

Президиум АН СССР особо подчеркнул необходимость освещать основные вопросы истории науки и техники и публиковать рецензии на труды Института во всех журналах АН СССР.

С. Ш.

В УЧЕНОМ СОВЕТЕ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР

7 мая 1957 г. заседание Ученого совета Института было посвящено обсуждению Постановления Президиума Академии наук СССР № 307 от 12 апреля 1957 г. «О научной деятельности и состоянии кадров Института истории естествознания и техники». С докладом выступил директор Института проф. Н. А. Фигуровский.

Кратко коснувшись истории Института и существовавших до него учреждений, занимавшихся изучением истории науки и техники, проф. Н. А. Фигуровский подробно остановился на структуре Института, составе его научных кадров, научно-исследовательской работе, выполненной Институтом с момента его организации в 1953 г., и на опубликованных Институтом трудах. Отметив наличие серьезных недостатков, еще имеющих в работе Института, проф. Н. А. Фигуровский подробно рассказал о принятом Президиумом Академии наук СССР Постановлении, касающемся отдельных сторон деятельности Института, а также наметил пути реализации Постановления Президиума Академии наук СССР и ликвидации отмеченных в Постановлении недостатков в работе Института.

Доклад проф. Н. А. Фигуровского вызвал оживленное обсуждение.

Проф. В. П. Зубов посвятил свое выступление вопросу о том, как следует понимать актуальность исследований в области истории естествознания и техники. По мнению проф. В. П. Зубова, актуальность определяется не только хронологическими рамками исследования, но и самим подходом к изучению вопроса, методом обработки исторического материала.

Канд. хим. наук Г. В. Быков в своем выступлении говорил о связях Института с Отделением Академии наук СССР и о редакционно-издательской деятельности Института.

Проф. А. П. Юшкевич высказал мнение, что уже сейчас необходимо начать подготовку к Всесоюзному совещанию по истории естествознания и техники, а также к отраслевым совещаниям по истории отдельных наук. Проф. А. П. Юшкевич, как и проф. В. П. Зубов, считает, что изучение истории науки и техники древнейшего периода отнюдь не является второстепенным делом. По мнению проф. А. П. Юшкевича, в настоящее время

можно составить лишь более или менее полные обзоры за последние десятилетия по истории соответствующих отраслей науки, которые в дальнейшем послужат материалом для написания истории данной науки.

Проф. Л. Я. Бляхер говорил о привлечении актива к работе Института; о необходимости изучения научными сотрудниками современного состояния той отрасли науки, историей которой они занимаются; о ликвидации пробелов в знании основных иностранных языков.

Выступление докт. пед. наук Н. И. Барбашева было посвящено вопросу о комплектовании Института квалифицированными научными кадрами, а также вопросу о необходимости внесения изменений и уточнений в структуру Института.

Канд. ист. наук А. А. Кузин высказал мнение о необходимости изучения историографии истории науки и техники, а также о желательности перевода на русский язык и издания наиболее интересных зарубежных работ по истории науки и техники.

Канд. техн. наук С. В. Шухардин поднял вопрос о необходимости выявления и сбора источников по истории науки и техники за советский период.

В заключительном слове проф. Н. А. Фигуровский подробно остановился на высказанных в ходе обсуждения замечаниях и отметил, что они будут учтены в дальнейшей работе Института.

Ученый совет Института единогласно одобрил Постановление Президиума Академии наук СССР «О научной деятельности и состоянии кадров Института истории естествознания и техники» и принял его к неуклонному исполнению и руководству.

11 июня 1957 г. на заседании Ученого совета Института был заслушан доклад проф. Н. А. Фигуровского о научных связях Института с учреждениями Германской Демократической Республики. Проф. Н. А. Фигуровский подробно рассказал о поездке делегации советских историков науки в Германскую Демократическую Республику для участия в конференции по вопросу о русско-немецких научных связях в XVIII столетии. Докладчику был задан ряд вопросов.

Ряд заседаний секционных Ученых советов Института был посвящен защита диссертаций.

25 апреля 1957 г. на заседании Ученого совета Секции истории естествознания состоялась защита диссертации Н. А. Шуваевым на тему: «Историко-критический анализ развития основ механики переменных масс» на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук.

Официальными оппонентами были действительный член АН Узбекской ССР, докт. физ.-мат. наук, проф. Х. А. Рах-

матулин и канд. физ.-мат. наук И. А. Тюлина. В обсуждении также принял участие канд. физ.-мат. наук Л. С. Полак. Ученый совет присудил Н. А. Шуваеву ученую степень кандидата физико-математических наук.

28 мая 1957 г. на заседании Ученого совета Секции истории техники состоялась защита диссертации В. И. Соколыским на тему: «Развитие методов расчета самолетов на прочность (внешние нагрузки и нормы прочности)» на соискание ученой степени кандидата технических наук. Официальными оппонентами выступили проф. С. Г. Козлов и канд. техн. наук В. М. Стригунов. В обсуждении также приняли участие кандидаты техн. наук А. А. Чеканов, П. Б. Соколов, научные сотрудники Б. Н. Воробьев, Н. И. Шауров и т. Корченкин (ЦАГИ).

Ученый совет присудил В. И. Соколыскому ученую степень кандидата технических наук.

13 июня 1957 г. на заседании Ученого совета Секции истории техники состоялась защита диссертации З. К. Новокшановой на тему: «Геодезия в России XIX—начала XX вв.» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Официальными оппонентами выступили докт. техн. наук, проф. В. А. Барин и докт. техн. наук, проф. М. К. Вентцель. В обсуждении приняли также участие канд. техн. наук П. П. Башарин, проф. Г. Ф. Гапачко, А. В. Петров.

Ученый совет единогласно присудил З. К. Новокшановой ученую степень кандидата технических наук.

18 июня 1957 г. на заседании Ученого совета Секции истории естествознания состоялась защита диссертации Е. А. Будрейко на тему: «Основные направления развития электрохимии водных растворов в XIX столетии» на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Официальными оппонентами выступили докт. хим. наук, проф. А. И. Шлыгин и докт. техн. наук, проф. П. С. Титов. В обсуждении приняли участие докт. хим. наук, проф. С. А. Погодин и канд. техн. наук М. И. Радовский.

Ученый совет присудил Е. А. Будрейко ученую степень кандидата химических наук.

27 июня 1957 г. на заседании Ученого совета Секции истории техники состоялась защита диссертации С. А. Шлыковой на тему: «Развитие тягово-теплотехнических испытаний локомотивов» на соискание ученой степени кандидата технических наук.

Официальными оппонентами выступили проф. А. М. Бабицкий и канд. техн. наук А. И. Доллижев. В обсуждении принял также участие профессор Е. Г. Кестнер, И. Я. Конфедератов, канд. техн. наук А. А. Чеканов.

Ученый совет единогласно присудил С. А. Шлыковой ученую степень кандидата технических наук.

А. У.

СОДЕРЖАНИЕ

К 100-летию со дня рождения Генриха Герца

Академик Б. А. Введенский. Генрих Герц	3
А. Г. Арсберг. Генрих Герц и электромагнитные волны	9
А. Т. Григорьян, Л. С. Полак. Основные идеи механики Генриха Герца	19
Л. С. Полак. Александр Михайлович Ляпунов (к 100-летию со дня рождения)	31
О. А. Старосельская-Никитина. Роль Анри Пуанкаре в создании теории относительности	39
А. Лиснер (ГДР). Отношения Д. И. Менделеева к Горной академии по Фрейбергу	50
М. Г. Цюрупа, И. П. Алимариш. Работы русских ученых первой половины XIX в. по аналитической химии платины и платиновых металлов	56
Ю. С. Мусабекон (Ярославль). Историческая оценка синтеза Велера	66
П. М. Лукьянов. Никола Леблан. К 150-летию открытия метода получения искусственной соды	74
И. В. Батюшкова. Развитие теорий происхождения ископаемого угля (до середины XIX в.)	81
Академик Д. И. Щербаков. Роль В. И. Вернадского в изучении природных ресурсов нашей страны	92
Б. С. Сотин, В. М. Титова. Развитие радиовещательной сети в СССР	96
И. П. Евстигнин. Развитие конструкций машин высокой проходимости для полирных территорий	110
Б. П. Сухов (Киев). К истории электроизмерительных приборов магнитоэлектрической системы	124
В. Евсепчик (Польская Народная Республика). Из истории польской кинотехники	137
В. Б. Яковлев. К вопросу о возникновении кричного передела чугуна	150

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

Чл.-корр. АН СССР П. Я. Полубаринова-Кочина. Дж. Дж. Сильвестр и С. В. Ковалевская	156
Э. К. Хилькевич (Тюмень). Об одном замечании М. В. Остроградского по поводу первой аксиомы геометрии	162
Цзинь Бао-цун (КНР). О календарной системе «Шоу-Шин», созданной Го Шоу-цангом	164
И. И. Шафрановский, И. М. Раскин (Ленинград). Р. Ж. Гайон и его научные связи с русскими учеными	165

Ю. И. Соловьев. Иван Алексеевич Каблуков (к 100-летию со дня рождения)	169
Г. В. Быков, В. И. Куринной. К истории первых химических уравнений	172
В. М. Вдовенко, Р. Б. Добротин (Ленинград). Д. И. Менделеев и вопросы радиоактивности	175
А. Д. Люблинская (Ленинград). Архив И.-Я. Берцелиуса в Ленинградской публичной библиотеке им. М. Е. Салтыкова-Щедрина	177
Б. В. Бондаренко, Т. С. Лебедев (Минск—Киев). П. Т. Пасальский и его вклад в геофизическую науку	182
С. А. Шлыкова. Первые экспериментальные исследования паровозов (до 50-х годов XIX в.)	187
Г. В. Швецов (Златоуст). Сталелитейный мастер П. Н. Швецов	190
Г. М. Добров (Киев). Новые материалы о А. И. Бахмутском	193

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Э. Кольман. С. Ф. Мейсон. «История естественных наук»	195
А. Т. Григорьян, Д. Д. Иваненко, П. С. Кудрявцев. «История физики», т. I и II	200
А. П. Юшкевич. Э. Винтер. «Протоколы Берлинской Академии наук»	204
Э. Кольман. «Предмартовские дни в Чехии. О письмах В. Больцано Ф. Прижигонскому (1824—1848)»	205
А. А. Дорогов. «История техники». Том 1. С ранних времен до падения древнейших империй. Том 2. Средиземноморские цивилизации и Средневековье	206
Вс. П. Остольский. Франтишек Рубин. «От посилон к троллейбусу. Обзор развития общественного транспорта в Праге»	212
В. М. Родионов, С. М. Ярвис. «История электротехники»	213
Л. Г. Давыдова, А. В. Храмой. «Очерк истории развития автоматизации в СССР»	214
Б. Е. Райков (Ленинград). Б. Н. Мазурович, И. К. Шульга. «Выдающиеся отечественные зоологи»	214
И. И. Канаев (Ленинград). «Философские произведения Бюффона»	215
И. И. Канаев (Ленинград). А. Бартельмес. «Учение о наследственности»; В. Циммерман. «Эволюция. История проблемы и ее изучение»; Т. Балауф. «Наука о жизни. История биологии», т. I	216

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

Празднование 250-летия со дня рождения Леонарда Эйлера Германской Академией наук в Берлине (К.-Р. Бирман, ГДР)	217
Празднование 250-летия со дня рождения Леонарда Эйлера в Ленинграде (А. Т. Григорьян)	218
Уральцы отмечают юбилей Эйлера (В. А. Кочев, Ленинград)	219
Третий Международный коллоквиум по истории математики в Математическом исследовательском институте в Обервольфахе (чл.-корр. Германской АН П. Э. Гофман, ФРГ)	220
Изучение научного наследия Г. Агриколы в Германской Демократической Республике (У. Хорст, ГДР)	221
За развитие исследований по истории естествознания и техники (С. В. Шухардин)	222
В Ученом совете Института истории естествознания и техники АН СССР (А. А. Ураносов)	224

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

И. А. Фигуровский (главный редактор), А. Т. Григорьян,
А. А. Зворыкин, В. П. Zubov, И. Я. Конфедератов, П. П. Перфильев,
Б. Е. Райков, П. Б. Соколов, Ю. И. Сорокин, Б. С. Сотин,
С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич

Вопросы истории естествознания и техники, в. 5

Утверждено к печати

Институтом истории естествознания и техники
Академии наук СССР

Редактор издательства Н. Б. Прокофьева

Технический редактор Е. В. Зеленкова

РИСО № 7-104В. Сдано в набор 18/X 1957 г. Подписано
к печати 12/XII 1957 г. Формат 70×108^{1/8}. Печ. л. 14,5.
Уч.-изд. л. 21,5+вкл. 0,1 (21,6). Тираж 2700 экз.
Изд. № 2778. Т-10580. Тип. зак. № 336

Цена 15 р.

Издательство Академии наук СССР
Москва В-64, Подсосенский пер., 21

1-я типография Издательства АН СССР
Ленинград, В-34, 9 линия, д. 12

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
153	2 св.	(горных)	(горнах)
157	левая колонка	они	он
	11 св.	$\bar{S}OH^2$	$\bar{S}OH^2$
174	левая колонка		
	11 св.	$(\bar{S}OH^2,$	$(\bar{S}OH^2,$
174	левая колонка		
	14 св.	Отношения	Связи Д. И. Мен-
226	8 св.	Д. И. Менделеева	делеева с Горной
		к Горной академии	академией

Вопросы истории естеств. и техники, вып. 5