

11-012
АКАДЕМИЯ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ



1 9 5 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР

ВОПРОСЫ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ

Выпуск

4

1 9 5 7

ИЗДАТЕЛЬСТВО АКАДЕМИИ НАУК СССР
МОСКВА

П-81 П-28358
1957 Ин-т истории есте
в.4 ствознания и техн
АН СССР. Вопросы..
15 р.

18/7/57 Создана 21/10/57

П-28358

А. Т. ГРИГОРЬЯН, Л. С. ПОЛАК

ЛЕОНАРД ЭЙЛЕР

15 апреля 1957 г. исполнилось 250 лет со дня рождения великого ученого XVIII в. Леонарда Эйлера. Биография Эйлера не богата внешними событиями. Он родился 15 апреля 1707 г. в г. Базеле, в семье пастора Пауля Эйлера. Отец Эйлера любил математику и в свое время был одним из учеников знаменитого швейцарского математика, профессора Базельского университета Якоба Бернулли (1654—1705). Первые уроки математики Леонард Эйлер получил у своего отца. Несмотря на исключительные математические способности сына, Пауль Эйлер хотел дать ему богословское образование. К счастью для науки, Эйлер не сделался богословом.

Отец никак не предполагал, что математика, которую он рассматривал как поучительное дополнение к основным занятиям по богословию, станет для Леонарда предметом невиданной в истории науки напряженной работы.

В 1720 г. Леонард Эйлер поступил в Базельский университет. Математическое дарование Эйлера привлекло внимание замечательного математика Иоганна Бернулли (1667—1748), который рекомендовал ему заняться изучением математических творений великих ученых.

Под руководством Бернулли Эйлер в короткое время изучил ряд классических трудов по математике.

Эйлер сделался другом сыновей своего учителя — Николая и Даниила Бернулли¹, которые также успешно занимались математическими науками. Эта дружба сыграла большую роль в жизни Эйлера.

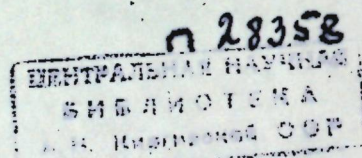
8 июня 1724 г. Эйлер блестяще окончил университет и получил звание магистра искусств. Молодой ученый занялся поисками работы в Базеле, которые окончились безуспешно. Братья Бернулли также не смогли найти на родине применение своим дарованиям.

В 1725 г. талантливые молодые ученые Николай и Даниил Бернулли были приглашены Петром I для работы в учрежденную в Петербурге Академию наук.

Оказавшись в Петербурге, братья Бернулли употребили много усилий, чтобы добиться приглашения туда Леонарда Эйлера.

Президент Петербургской Академии наук согласился предоставить Эйлеру место адъюнкта. По этому поводу 9 ноября 1726 г. Эйлер прислал ему в Петербург следующее письмо:

¹ Сыновья Иоганна Бернулли — Николай (1695—1726), философ, юрист и математик, и Даниил (1700—1782), философ, физиолог и впоследствии знаменитый математик, — были приглашены на службу в Россию и прибыли в Петербург 27.X 1725 г. Николай Бернулли стал профессором кафедры механики, Даниил Бернулли — профессором кафедры физиологии, а затем — кафедры высшей математики.



«Милостивый государь,

Честь, которую Вы, Ваше превосходительство, оказали мне, пригласив меня в Вашу славную Академию, обязывает меня написать и засвидетельствовать Вам мое почтение. Господин Бернулли, который находится в Петербурге, прислал мне письмо, написанное к нему Вашим превосходительством, где Вы сообщаете условия, на которых принимаете меня на службу в Вашу Академию и которые я решил принять; и если бы морские бури это позволяли, я выехал бы еще в этом месяце, чтобы лично выполнить свою обязанность и полностью посвятить себя служению Академии. Но так как зимнее время мешает мне выехать сейчас, я предполагаю начать путешествие с наступлением весны и даже уже в марте месяце, если так будет угодно Вашему превосходительству. Я приложу, между тем, все старания, чтобы больше подготовить себя к исполнению своих обязанностей и к ревностному служению Академии. Я хотел бы иметь возможность выразить Вашему превосходительству свою признательность, так как я сознаю себя обязанным, и отблагодарить за Вашу благосклонность, проявлением которой Вы оказали мне честь»².

Вначале Эйлер был приглашен на кафедру физиологии. Он принял это предложение.

5 апреля 1727 г. двадцатилетний Эйлер навсегда покинул Базель и 17 мая приехал в Петербург.

С этого времени начинается работа Эйлера в Петербургской Академии наук, которая по всей интенсивности едва ли имеет равную себе в истории математики. С молниеносной быстротой развернул он неисчерпаемые силы своего математического гения.

Руководство Петербургской Академии наук оценило дарования будущего великого математика, и в 1733 г. 26-летний Эйлер стал академиком. С неукротимой энергией Эйлер занимается новыми и новыми проблемами математических и прикладных наук. Уже за время первого пребывания в Петербурге (1727—1741)³ он подготовил более 75 работ. За этот период не вышло ни одного тома трудов Академии, который не содержал бы несколько его крупных работ. Плодотворная научная деятельность Эйлера и других ученых способствовала тому, что печатный орган Академии наук «*Commentarii Academiae scientiarum imperialis Petropolitanae*» стал одним из мировых научных журналов. Уже в 40-х годах XVIII столетия в одном из своих писем к Эйлеру Д. Бернулли пишет: «Не могу Вам довольно объяснить, с какой жадностью повсюду спрашивают о петербургских мемуарах...»⁴.

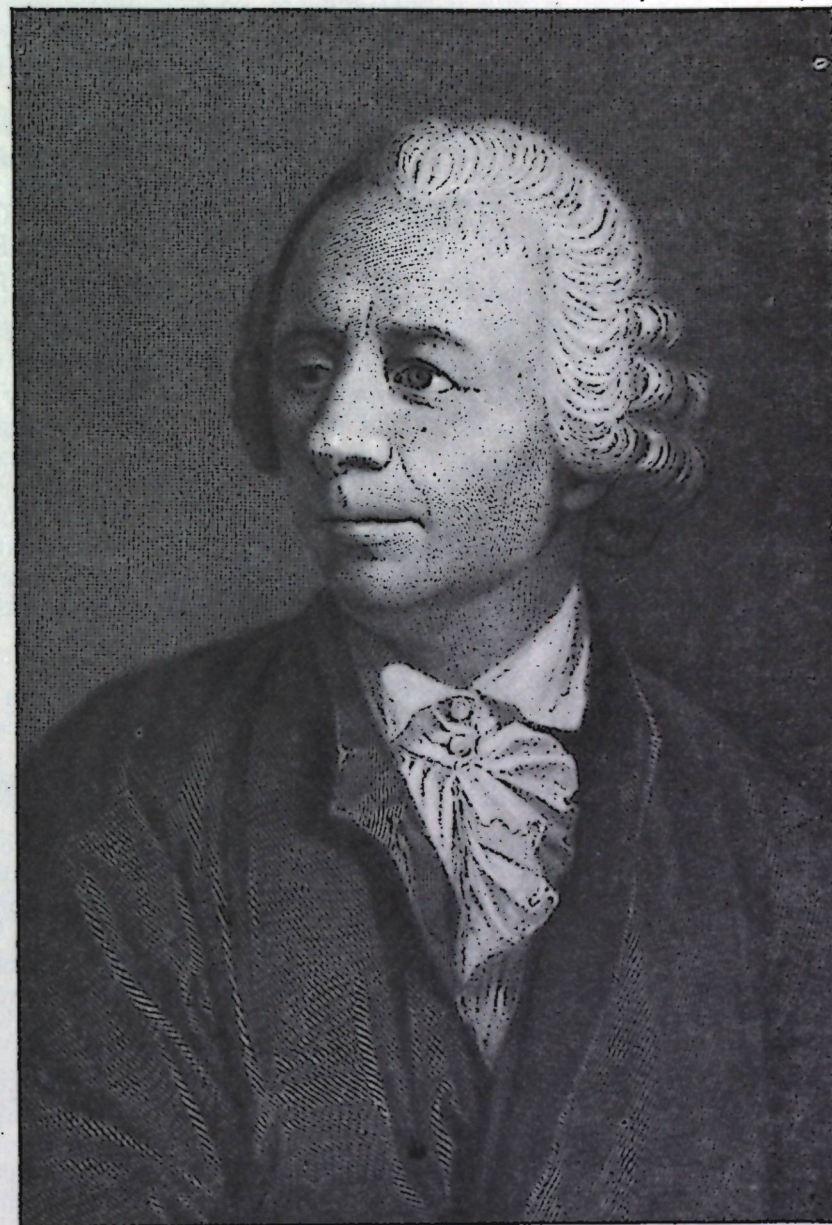
Уже тогда Эйлер имел огромный научный авторитет. В этом смысле показательна переписка с его учителем И. Бернулли. Она интересна не только в научном отношении, но и тем, что И. Бернулли — великий математик, которого называли Нестором геометрии, находившийся уже в преклонных летах, не стеснялся советоваться с бывшим учеником и интересоваться его мнением о своих новых трудах.

Наряду с многогранной научной деятельностью Эйлер принимал активное участие и в других работах Академии. Он читал лекции студентам академического университета, принимал экзамены в Академии и т. д. Следует отметить, что вскоре после приезда в Петербург Эйлер основательно изучил русский язык и свободно говорил и писал по-русски. В Архиве Академии наук СССР хранится ряд писем Эйлера, написанных на русском языке.

² Письмо ранее опубликовано не было, оригинал на французском языке хранится в Архиве АН СССР, ф. 1, оп. 3, № 13, лл. 241, 242 об. Письмо обнаружено и переведено Ю. Е. Копелевич.

³ Л. Эйлер прожил в России более 30 лет (1727—1741 и 1766—1783 гг.).

⁴ П. Пекарский. История Императорской Академии наук в Петербурге, т. I. СПб., 1870, стр. LX—LXI.



Леонард Эйлер

Эйлера привлекали к экспертизе по вопросам техники; он участвовал в комиссии мер и весов, занимался вопросами устройства пожарных насосов и механических пил и т. д. В течение ряда лет Эйлер работал в Географическом департаменте, которому было поручено составление генеральной карты России. Здесь он был главным консультантом по вопросам математики, руководителем больших циклов работ, вычислителем, а также сам чертил карты. Впоследствии он писал: «Я уверен, что география российской империи и г. профессора Гензлуса труды приведена гораздо в исправнейшее состояние, нежели география немецкой земли»⁵. Работа Эйлера над черчением карт явилась одной из причин потери им зрения на один глаз.

В 1740 г. в Академии наук установилась атмосфера деспотизма. Судьба Академии и ее членов зависела от таких невежественных людей, как Бирон, Шумахер и другие. Очевидно, это в какой-то мере заставило Эйлера принять приглашение прусского короля Фридриха II переехать в Берлин. Перед отъездом из Петербурга Эйлеру было присвоено звание почетного члена Петербургской Академии наук с ежегодной пенсией в 200 рублей.

Берлинский период жизни Эйлера характеризуется по-прежнему высокой научной активностью. За годы жизни в Германии Эйлер опубликовал свыше 235 мемуаров, в том числе такие крупные работы, как «Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума или минимума» (1744), два тома «Введения в анализ бесконечно малых» (1748), два тома «Морской науки» (1749), «Теорию движения Луны» (1753), «Дифференциальное исчисление» (1755), «Теорию движения твердых тел» (1765) и много других классических мемуаров по математической физике, гидродинамике, баллистике, дифференциальной геометрии, тригонометрии, теории чисел и т. д.

Прусское правительство также давало Эйлеру чисто инженерные поручения. Так, в 1749 г. ему было поручено осмотреть канал между Гавелем и Одером, указать необходимые меры исправления этого водного пути, исправить водоснабжение в Сан-Суси и т. п. Эйлер написал ряд статей, обобщавших эти практические задачи.

Связь Эйлера с Петербургской Академией не прекращалась в течение всего времени его пребывания в Берлине. Эта связь поддерживалась не только тем, что за эти годы он опубликовал в изданиях Петербургской Академии наук свыше 100 мемуаров, но и тем, что, находясь в Берлине, Эйлер приобретал для Академии книги, инструменты, редактировал математический отдел ее журнала, рецензировал работы студентов Академического университета. На квартире у Эйлера годами жили присланные к нему для завершения образования адъюнкты Российской Академии. Таким образом, Эйлер, как выразился академик Н. И. Фусс, никогда не переставал принадлежать русской Академии наук. Сам Эйлер не раз выражал свою глубокую признательность русской Академии наук: «... я, и все прочие, имевшие счастье состоять некоторое время при русской императорской Академии. Мы должны сознаться, сколько обязаны благоприятным обстоятельствам, в которых только там находились. Что собственно до меня касается, то в случае неимения такого превосходного случая я бы вынужден был главнейше прилежаться к другим наукам, от которых, по всем признакам, я бы отупел только. Его королевское величество [Фридрих Второй] недавно меня спрашивал: где я изучал то, что знаю? я, согласно истине, отвечал, что всем обязан моему пребыванию в Петербургской Академии наук»⁶. И действительно, за несколько десятилетий своей работы в XVIII в. русская Академия наук внесла огромный вклад в отечественную и мировую науку. Почти все, что было до-

стигнуто в области науки в России в это время, исходило из Петербургской Академии наук.

Взросшее желание Эйлера вернуться в Россию совпало с началом царствования Екатерины II. В июле 1766 г. Эйлер вновь прибыл в Петербург, где и прожил до конца своей жизни. Вскоре он тяжело заболел и почти полностью потерял зрение.

За последние 10 лет жизни он опубликовал несколько сот работ по различным вопросам математики, механики, физики. В 1769—1771 гг. Эйлер подвел итог своим оптическим работам в трех томах «Диоптрики». В это же время академическая типография напечатала три тома его «Писем к одной немецкой принцессе», три тома «Интегрального исчисления», два тома «Алгебры», астрономические работы по теории мореплавания и др. В академических «Комментариях» по-прежнему регулярно появлялись статьи Эйлера. Он работал так много, что академические «Комментарии» не успевали помещать его новые статьи, и образовывался их запас на много лет. Эйлер шутливо говорил, что его статьи будут печататься в журналах Академии еще двадцать лет после его кончины. И на самом деле, сочинения Эйлера и после его смерти публиковались Петербургской Академией наук до 1862 г.

Эйлер своими многочисленными фундаментальными трудами прославил Академию наук. Его плодотворная научная деятельность сказалась на дальнейшем развитии физико-математических наук в России. Он оказал неоценимую услугу русской науке, воспитав целую плеяду выдающихся отечественных ученых. Многие известные русские академики (С. К. Котельников, С. Я. Румовский, М. Е. Головин, С. Е. Гурьев и др.) были или его непосредственными учениками, или же воспитывались на его сочинениях.

«... Безошибочно можно сказать, что нынешнее преуспеяние математических наук в наших высших учебных заведениях много обязано Академии наук, так как Эйлер, умирая, оставил семь даровитых последователей своих, считавших за честь себе называться его учениками и бывших не только кабинетными учеными, но и лучшими наставниками в тогдашних учебных заведениях Петербурга»⁷.

Эти ученые играли большую роль в деле налаживания преподавания в наших первых университетах: Московском, Казанском и Петербургском.

Работы Эйлера произвели на современных ему ученых не только глубокое, но, можно сказать, ошеломляющее впечатление. «Д'Аламбер в одном из своих писем Лагранжу называет Эйлера „се diable d'homme“ „этот дьявол“, как бы желая высказать этим, что сделанное Эйлером превышает силы человечества»⁸.

Современник Эйлера великий Лаплас говорил своим ученикам: «Читайте, читайте Эйлера — он наш общий учитель». Эти слова знаменитого французского ученого и по сей день сохраняют свою силу. На трудах Леонарда Эйлера воспитывались все выдающиеся математики и механики второй половины XVIII в. Гаусс писал, что изучение трудов Эйлера является наилучшей школой в самых различных областях математики. Исключительно высоко оценивал работы Эйлера и их влияние на развитие математики во всем мире, и, в частности, в России, замечательный математик М. В. Остроградский. Труды Эйлера и в последующие столетия оставались одним из богатых источников, в котором ученые черпали знания и проблемы для научной работы. Здесь прежде всего следует указать имена таких знаменитых математиков и механиков как Лагранж, Лобачевский, Гаусс, Чебышев, Абель, Якоби,

⁵ П. Пекарский. Указ. соч., стр. 255.

⁶ Там же, стр. 265.

⁷ Там же, стр. LXIII.

⁸ А. Н. Крылов. Леонард Эйлер. Сборник статей и материалов к 150-летию со дня смерти. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935, стр. 18.

Монж, Риман, Остроградский, Пуассон и многих других. Огромные заслуги Эйлера были признаны всем ученым миром. Он был избран академиком восьми стран мира (в том числе России, Германии, Франции, Англии).

В 1755 г., когда Эйлеру было 48 лет, он был избран «присоединенным членом» Парижской Академии наук. Таковых по статутам этой Академии должно было быть восемь. Но из уважения к совершенно исключительным научным заслугам Эйлера Парижская Академия с согласия Правительства избрала Эйлера девятым «присоединенным членом», постановив, что первое освободившееся место присоединенного члена не будет никем замещено.

Эйлер дожил до 76 лет и имел многочисленную семью. Он был женат два раза. Первый раз Эйлер женился в 1733 г. в Петербурге на дочери академического живописца Екатерине Гезель, умершей в 1773 г., второй раз — в 1776 г. на дочери того же живописца от второго брака Соломее Гезель. Он вырастил пятерых детей. Два сына его: Иоганн Альбрехт Эйлер (1734—1800) и лейб-медик Екатерины II Карл Эйлер (1740—1790) впоследствии состояли членами Петербургской Академии. Сын Эйлера — Христофор Эйлер (1743—1808) — был генералом русской армии и занимал пост начальника оружейного завода в Сестрорецке. У Эйлера было 38 внуков. Потомки великого ученого и в наши дни живут в Советском Союзе.

Творческая работа Эйлера не прекращалась до 18 сентября 1783 г. — последнего дня его жизни. В этот день он беседовал с академиком Лекселем на астрономические темы, потом играл с внуком, а за час, внезапно почувствовав себя плохо, успел сказать: «Я умираю», — и через несколько часов Эйлер, по образному выражению Кондорсе, «перестал вычислять и жить». Эйлер похоронен на Смоленском кладбище в Петербурге, где на его могиле воздвигнут памятник с надписью по-латыни «Леонарду Эйлеру — Петербургская Академия».

Грандиозная творческая сила Эйлера сближает его с такими титанами-творцами, как Леонардо да Винчи и Микеланджело.

Характеристикой творческого труда Эйлера может служить количество его работ, среди которых, кроме статей как небольших, так и могущих составить целую книгу, имеется еще несколько многотомных сочинений. Эйлеру принадлежит около 900 работ, из которых более половины напечатаны в изданиях русской Академии наук, и огромное количество писем на различные научные темы. Начатое изданием в 1911 г. полное собрание сочинений Эйлера на языке оригинала, т. е. в основном по-латыни, должно составить более 70 томов большого формата. «Он вычислял без какого-либо видимого усилия, как человек дышит, как орлы поддерживают себя в потоке воздуха», — сказал Араго, и это отнюдь не преувеличение. Увлеченный работой, составлявшей его неизменную привычку, его жизнь, Эйлер нередко забывал даже о пище.

Он потерял зрение, сначала частично, а затем почти полностью. Однако это не мешало непрерывной творческой работе великого ученого.

В течение семнадцати лет жизни с потерянными зрением математическая продукция Эйлера не только не уменьшилась, но даже возросла. Он слеп постепенно, и это медленное погружение во тьму незречести с тревогой и сочувствием обсуждалось в письмах Д'Аламбера, Лагранжа и других крупнейших ученых. Сам же Эйлер с глубоким спокойствием наблюдал за приближением слепоты. Но он и не думал о том, что ему предстоит погрузиться в тишину и спокойное отчуждение от мира и тем более отказаться от творчества, являвшегося смыслом всей его жизни. Мужественно и обдуманно он готовился к тому, чтобы непоправимая утрата не мешала ему творить. Прежде чем погас в его глазах последний луч света, он научился не глядя писать формулы мелом на черной доске. Он стал диктовать слова, объясняю-

щие формулы и ход вычислений, своим сыновьям (особенно Альберту) и своим ученикам Фуссу, Головину, Лекселю и др.

Одной из важнейших работ Эйлера в первый период пребывания в России была книга, посвященная механике, вышедшая в 1736 г., через 99 лет после издания Декартом аналитической геометрии. Эйлер в этой книге сделал для механики то, что сделал Декарт для геометрии, — освободил ее от тяжелых цепей синтетических доказательств и сделал механику аналитической.

В отличие от Ньютона, классический труд которого по механике изложен геометрически, Эйлер первый излагает эту науку аналитически, используя все возможности математического анализа для решения проблем механики.

Новая эра в развитии этой науки была открыта. Пусть впоследствии друг Эйлера Лагранж превзошел его в своей знаменитой аналитической механике, но именно Эйлер сделал первый и решающий шаг в создании этой замечательной науки.

Главное достоинство «Механики» Эйлера — ее общность и глубина. Именно «Механика» выдвинула Эйлера в число мировых ученых наряду с И. Бернулли.

В этой работе впервые применено разложение скоростей, ускорений и сил по трем взаимно-перпендикулярным направлениям (естественная система координат): касательная, главная нормаль и бинормаль к траектории. Проектирование на систему трех неподвижных взаимно-перпендикулярных осей Эйлер в 1736 г. еще не применял, и этот способ был впервые изложен в 1742 г. Маклореном в трактате «Полная система флюксий». Эйлер ввел разложение ускорения на касательное и нормальное. Он дал современную форму дифференциальных уравнений движения механики Ньютона. Механика несвободной точки, подчиненной связям, можно сказать, создана Эйлером.

Эйлером же сделан большой шаг в разработке понятия потенциала; он первый заметил, что в задаче о притяжении к неподвижному центру скорость точки зависит только от расстояния до центра.

В 1769 г. в «Механике твердого тела» им были даны уравнения вращения твердого тела, введены углы, впоследствии названные эйлеровыми. Механика твердого тела в основном также создана им.

Хотя Эйлер, будучи занят своей работой, не имел времени для развлечений, все же он настолько любил музыку, что охотно выкраивал для нее время. Он посвятил ей глубокий труд «Опыт новой теории музыки», опубликованный в 1739 г. Труд не имел успеха, так как для математиков, по остроумному замечанию академика Н. Н. Лузина, в нем было слишком много музыки, а для музыкантов — слишком много математики.

Согласно Эйлеру, чувство удовлетворения возникает в уме от созерцания совершенства, а так как идеальный порядок вещей вызывает в нас сильнейшее чувство совершенства, то удовольствие, доставляемое музыкой, состоит в восприятии соотношений тонов, порядка их следования и пропорций частоты колебаний. Он исходил из чисто математической точки зрения, по которой созвучие интервала определяется простотой отношения соответствующих чисел колебаний, и вывел целый ряд систем тонов, где только одна почти совпадает с нашей диатоническо-хроматической.

Исследование аккорда и диссонанса, математические исследования формы колеблющихся струн принадлежали в XVIII в. к числу излюбленных тем. Даниил Бернулли и Эйлер изучали колебания стержней, Эйлер и Рикатти — колебания натянутых перепонки. Даниил Бернулли, Эйлер, Ламберт, Рикатти занимались подробными исследованиями звучащих труб.

Когда Академией наук было предложено некоторым академикам заняться составлением элементарных курсов наук, Эйлер с головой ушел в эту работу

на пользу народного образования, и в 1738 г. появился его учебник арифметики. Но на словах, а на деле доказывал он свое глубокое понимание необходимости всестороннего развития математического образования в России.

В 1740 г. Эйлер представил сочинение на тему о морских приливах и отливах, предложенную Парижской Академией наук. Он получил треть премии, разделив ее с крупнейшими математиками Даниилом Бернулли и Маклореном. Интересно, что результаты исследований Эйлера и Д. Бернулли во многом совпали, даже в числовых выводах, хотя ученые исходили из совершенно различных предположений.

В 1744 г. Эйлер опубликовал в трех томах теорию движения планет и комет, в которой дал способ определять их орбиты по нескольким наблюдениям. К этой теории Эйлер потом возвращался неоднократно, обогащая ее многочисленными открытиями.

Непреходящего значения результаты получены Эйлером в области математического анализа — дифференциального и интегрального исчисления. Кроме огромного числа статей, он написал изумительные по богатству содержания «Введение в анализ», «Дифференциальное исчисление», «Интегральное исчисление» и т. д.

Надо отметить, что почти все, что в настоящее время преподается в высших технических учебных заведениях в курсах математического анализа, можно найти в трех названных руководствах Эйлера.

В начале «Введения в анализ» Эйлер впервые сформулировал основную мысль о том, что предметом математического анализа является изучение функций. Разделив, как это делали ранее Декарт и Лейбниц, функции на алгебраические и трансцендентные, Эйлер подразделил затем алгебраические функции на рациональные и иррациональные, а последние — на дробные и целые; он ввел понятие об однозначных и многозначных функциях. Рассмотрев вопрос об аналитических функциях, он определил, как основное свойство аналитически выраженных функций, возможность представить их в виде степенного ряда

$$\sum_{i=0}^{\infty} a_i z^i.$$

Главы VI—XI «Введения в анализ» посвящены исследованию элементарных трансцендентных функций (e^z , $\ln z$, $\sin z$ и т. д.). Здесь, среди других многочисленных новых результатов, Эйлер выводит знаменитую формулу

$$e^{iz} = \cos z + i \sin z,$$

где $i = \sqrt{-1}$.

На основе созданной Эйлером теории элементарных функций Коши, Риман и Вейерштрасс построили общую теорию аналитических функций как особую математическую науку.

Дифференциальное исчисление также развито и обогащено гением Эйлера. Утверждая, что основным объектом дифференциального исчисления является понятие производной функции, а не дифференциал, Эйлер отошел от традиции школы Лейбница и примкнул к Ньютону; за ним последовали Лагранж и Коши.

Желая избежать трудностей, связанных с применением не ясного еще тогда понятия бесконечно малых величин, Эйлер сделал попытку разработать «исчисление нулей», считая бесконечно малые и дифференциалы абсолютными нулями, а их отношение $\frac{dy}{dx}$ — не равным нулю. Эта трактовка основ анализа лишена логической строгости и поэтому была отвергнута дальнейшим развитием математики. Обоснование анализа бесконечно малых было осуществлено в XIX в.

Изумительно по богатству конкретное содержание «Дифференциального исчисления». Здесь Эйлер доказал известную теорему об однородных функциях, нашел необходимое условие полного дифференциала функции двух переменных, исследовал экстремумы функций двух переменных, дал известную формулу суммирования, названную его именем, и т. д.

Его знаменитое «Интегральное исчисление», составляющее четыре тома в 2040 страниц in 4°, недаром названо им «Institutiones» — установление. В «Интегральном исчислении» Эйлер достиг замечательных результатов в вычислении определенных интегралов, развил такие методы, как дифференцирование и интегрирование по параметру, применил комплексные переменные. Многие из изученных им определенных интегралов являются исключительно полезными в математике и ее практических приложениях (например, интегральный логарифм и т. д.).

Во второй части первого тома и во втором томе «Интегрального исчисления» систематически изложены приемы интегрирования обыкновенных дифференциальных уравнений первого и высших порядков. Вот краткое перечисление изложенных здесь классических результатов Эйлера: решение однородного линейного уравнения любого порядка посредством составления характеристического алгебраического уравнения, создание теории интегрирующего множителя, решение неоднородного линейного уравнения с постоянными коэффициентами путем последовательного понижения его порядка, метод численного интегрирования уравнений первого и второго порядка и многое другое.

В 1769 г. Эйлер впервые ввел двойные интегралы, заложив основания теории многократных интегралов, развитой далее Лагранжем, Гауссом и Остроградским.

Третий том «Интегрального исчисления» посвящен уравнениям с частными производными. Почти все содержащиеся в нем результаты принадлежат самому Эйлеру. Эйлер является основоположником теории уравнений в частных производных.

Уравнениями в частных производных Эйлер занимался в основном в связи с механикой сплошных сред — гидродинамикой, теорией упругости, акустикой, но развивавшаяся область математики оказалась настолько тесно связанной с физикой, что наименование «уравнения математической физики» практически эквивалентно «уравнениям в частных производных».

Отправляясь от конкретных естественнонаучных и технических задач, Эйлер приходил к разработке новых аналитических методов и в ряде случаев к созданию обобщающих математических теорий. Так, работы по картографии привели его к применению функций комплексного переменного и к исследованиям по сферической тригонометрии; задача о колебаниях круглой мембраны — к дифференциальному уравнению, получившему позднее, без должных оснований, наименование уравнения Бесселя, и т. п.

Гений Эйлера проявился как раз в том, что доведенные им до конца многочисленные интеграции и найденные им квадратуры еще до сих пор образуют ту блестяще выкованную цепь интеграций, к которой почти не добавлено новых звеньев, несмотря на усилия многих математиков.

Исследуя экстремальные задачи, Эйлер ищет для них единый алгоритм и впервые приходит к вариационному исчислению, которое излагает в 1744 г. в замечательной книге «Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума либо минимума, или решение изопериметрической задачи, взятой в самом широком смысле».

В этом сочинении Эйлер отчетливо сформулировал принципиальную разницу между задачами на максимум и минимум дифференциального исчисления и задачами вариационного исчисления. Если в дифференциальном исчислении определяется то место какой-либо определенной кривой, где

«какая-либо заданная переменная величина, относящаяся к кривой, была бы наибольшей или наименьшей», то в вариационном — «отыскивается сама кривая линия, для которой какая-либо заданная величина была бы наибольшей или наименьшей»⁹. Основная идея Эйлера при решении задач на абсолютный экстремум заключается в построении кривой $y=f(x)$, дающей наибольшее или наименьшее значение интегралу

$$\int_a^b z(x, y, y') dx$$

как пределу последовательности приближающих ее ломаных. При помощи метода, позднее получившего название прямого, Эйлер свел задачу отыскания экстремума этого интеграла к интегрированию дифференциального уравнения, которое в простейшем случае, когда z зависит только от

$$x, y \text{ и } \frac{dy}{dx} = y',$$

имеет вид

$$\frac{\partial z}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial z}{\partial y'} = 0.$$

Это — знаменитое уравнение Эйлера. В приложении к названной выше работе Эйлер рассмотрел некоторые задачи упругости и дал первую точную формулировку принципа наименьшего действия для динамики свободно движущейся точки, применив его для решения ряда задач.

В 1755 г. Лагранж в письме Эйлеру изложил построенный им новый алгоритм вариационного исчисления. Эйлер высоко оценил работу Лагранжа и дал новому исчислению название вариационного. Он ввел понятие о семействе кривых, зависящих от параметра, и рассматривал задачу об отыскании экстремума, назвав вариациями изменения функции δy , соответствующие изменению параметра.

Разработкой вариационного исчисления занимались затем Гаусс, Пуассон, Коши, Якоби, Остроградский и другие, и оно выросло в самостоятельную науку.

В XX в. прямые методы Эйлера, получившие многообразное развитие и обобщение, приобрели в вариационном исчислении и многочисленных его приложениях основное значение.

Эйлер, посвятивший теории чисел более 100 работ, бесспорно является основателем этой науки. Еще в XVII в. гениальный математик Ферма нашел многие важные теоремы теории чисел, однако почти ни одно из данных им доказательств не сохранилось. Эйлер доказал почти все теоремы Ферма, а многие из них обобщил. Он разработал ряд фундаментальных проблем делимости чисел, установил ряд закономерностей, связанных с простыми числами; при помощи алгебраических и арифметических методов (в первую очередь так называемого метода неопределенного спуска). Им положено начало новому направлению в теории чисел — аналитической теории чисел, в котором свойства и отношения целых чисел изучаются методами анализа бесконечно малых. Исследования Эйлера были продолжены П. Л. Чебышевым и его учениками Б. Риманом и др. Важнейшие результаты в области теории чисел были получены затем советскими математиками И. М. Виноградовым, А. О. Гельфондом, Н. Г. Чеботаревым и др.

⁹ Л. Эйлер. Метод нахождения кривых линий, обладающих свойствами максимума либо минимума. ГТТИ, 1934, стр. 27.

Однако Эйлер отнюдь не был узким математиком. Он занимался навигацией, инженерными вопросами, демографией. Он был очень начитан в области литературы и в других науках, включая биологию. Память Эйлера была феноменальна и не изменяла ему до глубокой старости. Он знал наизусть «Энеиду» Виргилия и, хотя после дней юности редко заглядывал в эту книгу; всегда мог сказать первые и последние строчки любой ее страницы.

Кондорсе рассказывает, как два ученика Эйлера суммировали сложный сходящийся ряд для частного значения переменной до семнадцатого члена включительно. У них получалось расхождение на одну единицу в пятнадцатой значащей цифре. Чтобы решить, кто из них прав, Эйлер проделал все вычисления в уме. Результат его подсчета оказался правильным.

Огромная любознательность Эйлера охватывала даже астрологию, но он показал, что не дал обмануть себя этой лженаукой, очень педантично и тактично отклонив указание Двора в 1740 г. составить гороскоп царевича Ивана, сославшись на то, что составление гороскопов лежит на обязанности придворного астронома. Семилетняя война вызвала особый интерес к артиллерии, и прусское правительство обратилось к Эйлеру за советом, какое сочинение по этому вопросу следует считать лучшим. Эйлер рекомендовал труд английского ученого Робинса, который раньше резко и необоснованно критиковал «Механику» Эйлера, не поняв совершенно ее идей и методов. Эйлер перевел книгу Робинса «Новые основания артиллерии» на немецкий язык и снабдил ее «Добавлениями», которые, собственно говоря, были теорией полета снаряда. Он вывел закон сопротивления воздуха в виде двучленной формулы, первый член которой, пропорциональный квадрату скорости, обусловлен ударом снаряда о воздух, а второй, пропорциональный четвертой степени скорости, обусловлен преобладанием давления сжатых струй воздуха на переднюю часть тела над давлением разреженных струй на заднюю.

Немедленно появились переводы этой книги с немецкого на английский и французский. В 1746 г. были напечатаны различные статьи Эйлера (*Varia opuscula*), собранные в третьем томе, где от вопросов баллистики полета круглых ядер он переходит к космическим вопросам и изучает сопротивление эфира движению планет.

Важной проблемой XVIII в. была разработка наблюдательных астрономических и вообще оптических приборов. И в этой области с блестящим успехом потрудился Эйлер. Вопрос о хроматизме изображения оптической системы, обусловленном различной преломляемостью света различной длины волны в одной и той же прозрачной среде, и изучение устройства животного и человеческого глаза привели Эйлера к мысли о возможности создать комбинацию линз, дающую неокрашенное изображение. В 1747 г. он предложил сложный объектив, составленный из двух стекол с внутренней полостью, заполненной водой. С Эйлером вступил в спор английский ученый Доллонд, защищавший теорию Ньютона, но Эйлер легко опроверг его возражения и теоретически и экспериментально еще более обосновал свой принцип ахроматизма. В 1757 г. Доллонд, проверяя опыты Эйлера, заменил жидкую среду твердой (стеклом несколько другого состава) и тем самым пришел к изобретению ахроматического объектива, сыгравшего огромную роль в астрономии и диоптрике. Истоки изобретения лежат в трудах Эйлера, чьи результаты проверял Доллонд, следуя, даже вопреки своему желанию, его указаниям.

Обрадованный успехом Доллонда, Эйлер развил теорию микроскопов и телескопов, точность которой была такова, что с тех пор оптические приборы стали строиться сообразно с ней.

В 1769—1771 гг. Эйлер опубликовал три больших тома «Диоптрики». В первом томе он изложил общую теорию этой науки, а во втором и третьем — правила расчета рефракторов, рефлекторов и микроскопов. Математический анализ в руках Эйлера позволил решить самые важные вопросы, относящиеся

к качеству оптических инструментов: о наибольшей яркости изображения, наибольшем поле зрения и об увеличении числа окуляров и т. д.

Уже вскоре после появления глубоко физически продуманной гидродинамики Д. Бернулли чисто аналитические методы в руках Эйлера достигли такой степени совершенства, что естественно было приложить их и к проблемам гидродинамики. Эйлер выпустил четыре мемуара о равновесии и движении непрерывных сред, где свел всю теорию движения непрерывных сред к двум дифференциальным уравнениям второго порядка и применил общие принципы к движению воды в сосудах и в трубках переменного сечения. Знаменитые уравнения Эйлера и сегодня являются основными в гидродинамике идеальной жидкости.

В физике Эйлер, наряду с Ломоносовым и Д. Бернулли, отказывался признать теплоту материальной субстанцией и придерживался в этом вопросе точки зрения Ньютона о том, что теплота есть колебательное движение мельчайших частиц вещества. Физика не играла в творчестве Эйлера такой роли, как у Д. Бернулли или Ломоносова. Однако порой и в этой области он поднимался до изумительных творческих прозрений. Так, еще в 1748 г. он не только указал, что колебательное движение света должно, подобно волнам звука, оказывать давление на препятствие, но и пытался подсчитать действие солнечных лучей на кометные хвосты.

По мнению Эйлера, нет пустого пространства, оно заполнено некоторой средой — эфиром, который, говорил он, есть вещество, подобное воздуху, но значительно более тонкое и упругое, чем воздух. Ни Эйлеру, ни ученым XIX в. не удалось, да и не могло удаться построить физику на концепции механического эфира. Однако постепенно понятие «вакуума», появившееся в физике XX в. вместо отброшенного наукой представления о механическом эфире, стало приобретать с развитием квантовой электродинамики новые черты. «Вакуум» стал рассматриваться как место нулевых колебаний электромагнитного поля, нулевых колебаний электрического тока и заряда, поляризации, соответствующей неравной единице диэлектрической постоянной, и т. д. Конечно, неправильно сохранять за столь богатой свойствами физической сущностью название «вакуум». Может быть, классическое наименование «эфир», столь близкое сердцу Эйлера, должно снова, но с принципиально новым содержанием, вернуться в физику.

Трудно указать такие разделы математики, механики, астрономии, которые не затронул в своем творчестве Эйлер. Разнообразные проблемы смежных наук и техники рассмотрел и исследовал он. Необъятны его труды. Кажется, что жизни обычного человека едва хватит на то, чтобы изучить их, — тем более потрясает этот неудержимый творческий поток.

Вооруженный им же самим создаваемыми математическими методами исследования, он не боялся трудностей, которые возникали в формулировании задач и в вычислениях. «Такова была прозорливость Эйлера, что самая громоздкая формула гнулась в его сильных руках, как мягкий воск, и послушно давала под его усилиями все, что угадывала в ней его проницательность»¹⁰.

Эйлер близок нам не только бесчисленными, вошедшими в науку результатами своих исследований, но только глубоким синтезом математических методов и технической проблематики, но и своим напряженным творческим трудом, трудом на благо науки, на пользу передовому человечеству.

¹⁰ Н. Н. Лузин. Эйлер. «Социалистическая реконструкция и наука», 1933, вып. 8, стр. 10.

Отдельные стороны жизни и творчества Л. Эйлера освещены в следующих изданиях: статья А. Н. Крылова и др. в сб. «Леонард Эйлер» к 150-летию со дня смерти. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1935; статьи И. Г. Башмаковой, А. П. Юшкевича, Н. И. Симанова, Ф. И. Франкля и К. И. Кострюкова в сб. «Историко-математические исследования», Гостехтеоретиздат, вып. VII, 1954; статья Г. К. Михайлова в «Известиях АН СССР», серия техническая, 1956, № 1.

Э. КОЛЬМАН.

ВКЛАД ЭЙЛЕРА В РАЗВИТИЕ МАТЕМАТИКИ В РОССИИ

Основанная в 1725 г. Петром I Академия наук с самого начала стала центром исследовательской работы в России, а благодаря своим учебным заведениям — гимназии и университету — базой подготовки научных кадров. Для замещения должностей на кафедрах были приглашены 22 профессора и адъюнкта из-за границы в связи с тем, что в то время отечественных ученых было мало, так как лишь наиболее одаренные сумели проложить путь к вершинам науки. Среди прибывших в течение 1725—1727 гг. ученых выделялась группа математиков, составлявшая примерно одну треть всех приглашенных ученых: братья Даниил и Николай II Бернулли, Х. Майер, Я. Герман, Х. Гольдбах и Л. Эйлер.

Из приглашенных иностранных ученых самое глубокое влияние на развитие математических наук в России оказал ученик Иоганна Бернулли — Леонард Эйлер.

Эйлер, написавший около тысячи работ (530 были опубликованы при его жизни), добился во всех областях математики, в которых он работал, исключительных достижений, обессмертивших его имя. Вместе с Лагранжем он по праву считается величайшим математиком XVIII в.

В алгебре Эйлером был приведен в систему так называемый «низший анализ» — развита теория рядов, алгебраически обоснованы круговые функции. Исходя из бинома Ньютона $(1 + \frac{1}{n})^n$, Эйлер рассмотрел его предел при $n \rightarrow \infty$ и ввел (1748) принятое ныне обозначение e для $\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \frac{1}{n})^n$. Особо необходимо отметить данное им тут же доказательство соотношения $\cos x + i \sin x = e^{ix}$, связывающего тригонометрические и показательную функции; то же соотношение другим путем доказал И. Бернулли. Эйлер первый (1778) изучал арифметическое действие четвертой степени, так называемую сверхстепень. Огромное число работ Эйлера посвящено бесконечным рядам, бесконечным произведениям и непрерывным дробям.

В области математического анализа Эйлер изучал (1755) экстремум функций двух переменных, вывел для однородной функции $f(x, y) = t^m f(x, y)$ названную его именем теорему $xf'_x(x, y) + yf'_y(x, y) = mf(x, y)$, доказал теорему о независимости результата смешанного дифференцирования от порядка переменных, по которым берутся производные $\frac{\partial^2 z}{\partial x \partial y} = \frac{\partial^2 z}{\partial y \partial x}$, нашел условие интегрируемости полного дифференциала, дал правила раскрытия неопределенностей видов $\frac{\infty}{\infty}$ и $\infty - \infty$. Он ввел под-

становки, названные «эйлеровыми», и для вычисления интегралов вида $\int R(x, \sqrt{ax^2 + bx + c}) dx$ (где R — рациональная функция) вычислил большое количество важных несобственных интегралов, например $\int_0^{\infty} \frac{\sin x}{x} dx = \frac{\pi}{2}$; ввел (1770) понятие двойного интеграла, открыл интегралы, названные его именем: бета-функцию

$$B(p, q) = \int_0^1 x^{p-1} (1-x)^{q-1} dx, \quad (p > 0, q > 0)$$

и гамма-функцию: $\Gamma^0(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx, (z > 0)$, где для целых положительных значений p, q, z имеет место

$$B(p, q) = \frac{(p-1)!(q-1)!}{(p+q-1)!}, \quad \Gamma(z) = (z-1)!$$

Эйлер сделал также важный вклад в теорию эллиптических интегралов, получив на основании дифференциального уравнения (Эйлера)

$$\frac{dx_1}{\sqrt{(1-x_1^2)(1-k^2x_1^2)}} + \frac{dx_2}{\sqrt{(1-x_2^2)(1-k^2x_2^2)}} = 0,$$

где $x_1 = \lambda(u)$, $x_2 = \lambda(v)$, формулу сложения аргументов для функции $\lambda(u)$, а именно:

$$\lambda(u+v) = \frac{\lambda(u)\lambda'(v) + \lambda(v)\lambda'(u)}{1 - k^2\lambda^2(u)\lambda^2(v)}.$$

В приближенном представлении заданной периодической функции $f(x)$ с периодом T в виде тригонометрической суммы

$$\frac{a_0}{2} + \sum_{k=1}^n \left(a_k \cos k \frac{2\pi}{T} x + b_k \sin k \frac{2\pi}{T} x \right)$$

им были даны выражения, известные как «формулы Эйлера», для коэффициентов a_k, b_k , а именно:

$$a_k = \frac{2}{\pi} \int_0^T f(x) \cos k \frac{2\pi}{T} x dx, \quad b_k = \frac{2}{\pi} \int_0^T f(x) \sin k \frac{2\pi}{T} x dx.$$

Эйлер указал множество типов интегрируемых обыкновенных дифференциальных уравнений первого и второго порядка; для уравнения $L(x, y) dx + M(x, y) dy = 0$ он ввел интегрирующий множитель $N(x, y)$, после умножения на который это уравнение превращается в полный дифференциал; дал (в 1739 г., а опубликовал в 1749 г.) общезвестный метод решения линейных дифференциальных уравнений любого порядка с постоянными коэффициентами; предложил удобный метод приближенного вычисления ординат интегральной кривой дифференциального уравнения $y' = f(x, y)$. Он был одним из основоположников теории дифференциальных уравнений первого и второго порядка.

В целом Эйлер в своих трудах «Введение в анализ» (ч. I, 1748), «Дифференциальное исчисление» (1755), «Интегральное исчисление» (1768—1770) систематизировал почти все достижения математического анализа XVIII в. и впервые придал этой отрасли математики вид целостной теории, логически не зависящей от геометрических и механических понятий, причем в качестве основного понятия дифференциального исчисления он положил производную, а в интегральном исчислении — понятие об интеграле как первообразной функции.

Эйлер привел в систему решение изопериметрических задач. Первоначально изопериметрическая задача состояла в нахождении кривой, которая при заданном периметре заключает наибольшую площадь. Затем под такой задачей стала пониматься всякая задача, для решения которой необходимо определить неизвестную функцию так, чтобы интеграл, в который она входит, достигал экстремального значения. Такие задачи решает вариационное исчисление, основы которого заложил Эйлер, применив сначала свои собственные «прямые методы» (как они были названы позже) и развивая затем метод вариаций Лагранжа. Задачу о нахождении такой функции $y=f(x)$, для которой интеграл $w = \int_a^b z(x, y, y') dx$ принимал бы экстремальное значение, Эйлер решил (1744), заменив сначала искомую кривую ломаной линией, а интеграл — суммой, откуда он вывел как условие экстремума дифференциальное уравнение

$$\frac{\partial z}{\partial y} - \frac{d}{dx} \frac{\partial z}{\partial y'} = 0,$$

носящее его имя.

Метод, с помощью которого Эйлер вывел знаменитое «уравнение Эйлера» — достаточное условие экстремума функционала — явился прообразом мощных прямых методов современного вариационного исчисления.

Эйлер — один из основателей исчисления конечных разностей. Ему принадлежит важная формула для вычисления сумм (1739), названная его именем:

$$\begin{aligned} \sum_{k=0}^n f(k) &= \int_0^n f(x) dx + \frac{1}{2} [f(0) + f(n)] + \frac{B_1}{2!} [f'(n) - f'(0)] - \\ &- \frac{B_2}{4!} [f'''(n) - f'''(0)] + \dots + (-1)^m \frac{B_{m+1}}{(2m+2)!} [f^{(2m+1)}(n) - f^{(2m+1)}(0)] + \\ &+ (-1)^m \int_0^n P_{2m+3}(x) f^{(2m+3)}(x) dx, \end{aligned}$$

где B_k — числа Бернулли, встречающиеся в разложении

$$\frac{1}{e^z - 1} = \frac{1}{z} - \frac{1}{2} + \sum_{k=1}^{\infty} (-1)^{k+1} \frac{B_k}{(2k)!} z^k.$$

В области геометрии Эйлер завершил систематизацию аналитической геометрии. Он дал аналитическое исследование и классификацию конических сечений, ввел преобразование координат в пространстве при ново-

роте системы — так называемые эйлеровы углы. Формулы преобразования получили вид:

$$\begin{aligned}x' &= a_1x + b_1y + c_1z \\ y' &= a_2x + b_2y + c_2z \\ z' &= a_3x + b_3y + c_3z,\end{aligned}$$

где a_1, a_2, a_3 — косинусы углов новых осей со старой осью x ; b_1, b_2, b_3 и c_1, c_2, c_3 — косинусы углов этих же осей соответственно с осями y и z , и где имеют место соотношения: $a_1^2 + a_2^2 + a_3^2 = 1$, $b_1^2 + b_2^2 + b_3^2 = 1$, $c_1^2 + c_2^2 + c_3^2 = 1$, $b_1c_1 + b_2c_2 + b_3c_3 = 0$, $c_1a_1 + c_2a_2 + c_3a_3 = 0$, $a_1b_1 + a_2b_2 + a_3b_3 = 0$.

Эйлер исследовал уравнение поверхностей второго порядка, а также впервые применил криволинейные координаты.

Эйлер был одним из создателей дифференциальной геометрии пространственных кривых и поверхностей; в частности, он обосновал понятие кривизны поверхностей. Его именем названа выведенная им формула $\frac{1}{R} =$

$= \frac{\cos^2 \alpha}{R_1} + \frac{\sin^2 \alpha}{R_2}$, где R — радиус кривизны сечения C поверхности какой-либо нормальной плоскостью в данной точке M ; здесь R_1 и R_2 суть так называемые главные радиусы кривизны, получаемые при главных нормальных сечениях C_1 и C_2 в этой же точке M , и α — угол между плоскостями сечений C и C_1 . При этом R, R_1 и R_2 берутся с положительными знаками, если нормаль направлена в сторону вогнутости соответственно кривых C, C_1 и C_2 , и с отрицательными, если она направлена в сторону выпуклости. Эйлер ввел понятие изогнутости поверхностей. Далее он доказал (1752) важную топологическую теорему об инварианте выпуклых многогранников: для всякого выпуклого многогранника имеет место соотношение $n_0 - n_1 + n_2 = 2$, где n_0 — число вершин, n_1 — число ребер, n_2 — число граней. Он исследовал также кривые постоянной ширины.

Эйлером было сделано исключительно много для систематизации теории чисел. Им был открыт закон взаимности простых чисел: если два целых положительных числа a и m (где $m > 1$) взаимно просты, т. е. если они не имеют другого общего делителя, кроме 1, и если $\varphi(m)$ обозначает число чисел ряда $1, 2, \dots, m$, взаимно простых с m , причем $\varphi(1) = 1$, то выражение $a^{\varphi(m)} - 1$ делится на m без остатка. Эту обобщенную им так называемую «малую теорему Ферма» Эйлер доказал сначала в 1738 г., исходя из свойств биномиальных коэффициентов, а затем в 1758—1759 гг., применив понятия (по-видимому, впервые в истории математики), ставшие в начале XIX в. основными понятиями теории групп.

Эйлер доказал также так называемую «великую теорему Ферма» для двух частных случаев. Как известно, Ферма высказал без доказательства утверждение, что уравнение

$$x^n + y^n = z^n$$

не может быть решено в целых числах x, y, z , если только целочисленный показатель $n > 2$. Эйлер доказал эту теорему, в общем виде не доказанную и поныне, для $n = 3$ и $n = 4$. В обоих случаях Эйлер применил «метод спуска», причем для $n = 3$ рассматривал числа вида $p + q\sqrt{-3}$ (где p и q — целые) как своего рода целые числа, чем предвосхитил идеи алгебраической теории чисел, развитой лишь в XIX в. Им был сделан также важный вклад в теорию неопределенных уравнений, решаемых в целых числах, и так называемый диофантов анализ.

Эйлер дал (1737, 1749) принципиально новое доказательство теоремы о существовании бесконечного множества простых чисел. Доказательство этой теоремы, содержащееся еще в «Началах» Евклида, в течение двух тысячелетий было единственным.

В своем доказательстве Эйлер пользовался введенной им дзета-функцией $\xi(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s} = \prod_{p=2}^{\infty} \frac{1}{1 - \frac{1}{p^s}}$ (где p — простые числа), для которой он

установил выражение $\xi(1-s) = 2^{1-s} \pi^{-s} \Gamma(s) \xi(s) \cos \frac{\pi}{2} s$.

Положив $s = 2$, Эйлер получил важный результат

$$\prod_{p=2}^{\infty} \frac{1}{1 - \frac{1}{p^2}} = \frac{\pi^2}{6}.$$

С этого приема, введенного Эйлером, началось развитие аналитической теории чисел, и был создан плодотворный метод для изучения распределения простых чисел среди чисел натурального ряда. Эйлер открыл также существование предела $c = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(\frac{1}{1} + \frac{1}{2} + \dots + \frac{1}{n} - \ln n \right) = 0,577216 \dots$ — постоянной, названной его именем. При помощи разложения в непрерывные дроби он доказал (в 1737 г., опубликовано в 1744 г.) иррациональность e и e^2 .

Для метода работы Эйлера, виртуозно и охотно вычислявшего, характерно, что зачастую он приходил к своим открытиям индуктивно, эмпирически, а лишь затем дедуктивно доказывал их. Так, например, Эйлер сформулировал (около 1772 г., а опубликовал в 1783 г.) закон взаимности квадратичных вычетов. Как известно, a является квадратичным вычетом по модулю m , если существует такое x , что $(x^2 - a)$ делится на m без остатка (a, m, x — целые положительные числа); в противном случае a называется квадратичным невычетом по модулю m . Закон взаимности проще всего формулируется при помощи символа, введенного Лежандром в 1785 г. Если p — простое нечетное число и a — взаимно простое с ним, то символ Лежандра $\left(\frac{a}{p}\right)$ считается равным $+1$, когда a — квадратичный вычет, и равным -1 , когда a — квадратичный невычет по модулю p . Закон взаимности гласит тогда

$$\left(\frac{p}{q}\right) \left(\frac{q}{p}\right) = (-1)^{\frac{p-1}{2} \cdot \frac{q-1}{2}},$$

где p, q — простые нечетные числа. Эта теорема была открыта Эйлером эмпирически; полное ее доказательство было дано Гауссом в 1801 г. Другим примером исключительных вычислительных способностей и трудолюбия Эйлера может служить данное им в 1732 г. опровержение замечания Ферма (1637), будто выражение $p = 2^{2^n} + 1$ при всех целых неотрицательных n является простым числом. Ферма записал это замечание, как и другие, без доказательства на полях своего экземпляра латинского издания Диофанта. По-видимому, он пришел к этому выводу, убедившись, что для $n = 0, 1, 2, 3$ и 4 , в самом деле, число p , равное соответственно 3, 5, 17, 257 и 65 537, — простое. Однако в отличие от других замечаний Ферма этот единственный вывод неверен. Для $n = 5$ Эйлер нашел, что соответствующее число p является составным:

$$p = 4\,294\,967\,297 = 641 \cdot 6\,700\,417.$$

Эйлер принимал участие в полемике с Д. Бернулли, Даламбером, Монжем и Лагранжем о понятии функции. Этот спор возник в связи с решением за-

дачи колебания струны при помощи разложения функции в тригонометрический ряд. Благодаря этому спору выяснилось понятие функции, и была подготовлена теория функций действительных переменных. Точка зрения Эйлера на понятие функции, хотя и отличалась от общепринятой ныне, но была значительно более широкой, чем точка зрения его противников, и оказалась отправным пунктом при последующей разработке теории аналитических функций.

Склонность Эйлера к вычислениям и его стремление довести решение каждой задачи до численных результатов были связаны с тем, что побуждением для его математических исследований служили конкретные потребности естествознания и техники, вызванные промышленным переворотом, уже совершившимся к XVIII в. в Англии и начавшимся в других странах Западной Европы. Механика, теория упругости, теория машин, баллистика, гидродинамика, оптика, картография, астрономия, строительная техника ставили перед Эйлером конкретные математические задачи. Он охотно брался за них и, восходя от частного к общему, стремился создавать алгоритмы, решающие широкие классы задач, и дальше — общие аналитические методы и математические теории.

Так, например, желая изобразить на географической карте земную поверхность с минимальным искажением, Эйлер решил задачу отображения шаровой поверхности на плоскости при сохранении подобия фигур (в бесконечно малом). Для этого он применил функции комплексных переменных $w=f(z)$, где $z=x+iy$, $w=u+iv$, $u=u(x, y)$, $v=v(x, y)$, установив при этом, что такое отображение будет иметь место, если

$$\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} = 0, \quad \frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} = 0.$$

Этим Эйлер внес важнейший вклад в теорию конформных отображений — одну из основных частей теории функций комплексных переменных, развитой в XIX в., для создания которой решающими были и другие начинания Эйлера — прежде всего интегрирование в комплексной области и затронутая идея аналитического продолжения функций.

Другим примером великой обобщающей силы ума Эйлера может служить его решение задачи колебания круглой мембраны. Анализируя эту вполне конкретную механическую проблему, он получил дифференциальное уравнение $x^2 y'' + xy' + (x^2 - n^2)y = 0$ (где n — целое) и в качестве его решения нашел (1766) весьма общий класс функций — цилиндрические функции

$$J_n(x) = \sum_{k=0}^{\infty} (-1)^k \frac{\left(\frac{x}{2}\right)^{n+2k}}{k! \Gamma(n+k+1)},$$

которые имеют широкое применение. Уравнение Эйлера и его решения были, однако, названы «бесселевыми» на том лишь основании, что в XIX в. Бессель использовал их для решения одной задачи небесной механики. Таким образом, Эйлер глубоко понимал внутренние связи отдельных разделов математики и, отправляясь от конкретных задач, приходил к далеко идущим теоретическим обобщениям.

Следует отметить, что при всех этих и многочисленных других великих открытиях работы Эйлера, естественно, не были свободны от присущих всей математике его времени недостатков. Так, например, правило знаков при умножении отрицательных чисел Эйлер «обосновывал» соображениями, сводящимися к автоматическому переносу правил, которые были логически выводимы лишь для положительных чисел. Использование мнимых чисел, бесконечно малых и бесконечно больших величин, а в особенности беско-

нечных рядов, также не всегда соответствовало тем требованиям логической строгости, которые считаются обязательными в современной математике. Лишь исключительной математической интуицией Эйлера можно объяснить то, что в подобных случаях он не приходил к ошибочным результатам. Но в конце XIX в. была создана общая, удовлетворяющая современным требованиям строгости теория суммирования расходящихся рядов, равно как и рядов, медленно сходящихся в быстро сходящиеся ряды, причем были приняты предложенные Эйлером методы обобщенного суммирования расходящихся рядов и преобразования их.

Рассматривая вариацию двойных интегралов, Эйлер полагал будто δx зависит только от x , а δy — только от y . Вследствие этого Эйлер — а эту ошибку разделял с ним и С. Ф. Лакруа (1814) — неверно определял вариации производных, считая, например, что $\delta \frac{dz}{dx} = \frac{d\delta z}{dx} - \frac{dz}{dx} \frac{d\delta x}{dx}$, вместо $\delta \frac{dz}{dx} = \frac{d\delta z}{dx} - \frac{dz}{dx} \frac{d\delta x}{dx} - \frac{dz}{dy} \frac{d\delta y}{dx}$. Правильный результат был впервые получен С. Д. Пуассоном (1831), а ошибку Эйлера вскрыл М. В. Остроградский в 1834 г. (опубликовано в 1838 г.).

По характеру своих математических исследований, а отчасти и по своим философским взглядам, Эйлер принадлежал к школе Лейбница. В отличие от ньютоновского направления, исходившего из эмпирически наглядных геометрических и механических представлений, эта школа стремилась к формальным выводам, к отысканию новых алгоритмов. В связи с тем, что для указанного направления были важны не только самые результаты исследования, но и пути, которыми они были достигнуты, Эйлер останавливался на последних достаточно подробно. Алгебраическое направление Эйлера, требовавшее громадного искусства комбинаторики, изощренности, догадки и прозорливости, оказало большое влияние на формирование математических школ как в России, так и вне ее. Следует также отметить, что своим методом отображения соподчиненности понятий при помощи геометрических фигур Эйлер, как и Лейбниц, своими идеями символической формализации содействовал возникновению математической логики, развитию ее в сторону автоматизации логических действий. Эйлер занимался также проблемами страхования, равно как и математическими играми и развлечениями (например, «задача кенигсбергских мостов», задача «хода конем» и др.).

Эйлер принадлежал к числу иностранных ученых, которые честно служили русскому народу, давшему им приют, и искренне стремились содействовать процветанию российской науки. Однако среди приглашенных таких ученые, к сожалению, составляли меньшинство. Многие приехавшие профессора были люди в научном отношении ничтожные, полные высокомерного презрения ко всему русскому, движимые низкими, корыстными целями. Понятно, что Ломоносов, а с ним и все те, кто действительно был заинтересован в развитии Петербургской Академии наук, вели борьбу с засильем шумихеров — мародеров от науки, захвативших в Академии руководящие посты. Понятно также, что Ломоносов и все подлинные русские патриоты глубоко уважали таких ученых иноземного происхождения, как Эйлер.

Академическая гимназия и университет готовили квалифицированных математиков. В 1727—1741 гг. Эйлер эпизодически читал лекции студентам университета и был личным наставником многих начинающих научных работников. Его учениками были Румовский, Сафонов, Котельников, Головин (племянник Ломоносова), Иноходцев и Фусс. Но по стечению обстоятельств вокруг него при жизни не сгруппировалась научная школа. Лишь спустя много времени, работы, которые Эйлер оставил в трудах Петербургской Академии, оказали влияние на крупнейших русских ученых, продолжателей

его научных идей. Особенно в духе Эйлера развивалась русская школа теории чисел, давшая таких выдающихся математиков, как П. Л. Чебышев, А. Н. Коркин, Е. И. Золотарев, А. А. Марков, Д. А. Граве, Г. Ф. Вороной. В области изучения специальных функций за Эйлером следовали Н. И. Лобачевский, в дифференциальной геометрии — Ф. Г. Миндинг. И поныне советские и зарубежные математики вновь и вновь находят в работах Эйлера глубокие идеи, представляющие интерес для современной науки.

Когда Эйлер уехал в Берлин, среди академиков в Петербурге не оказалось ни одного математика. Поэтому за границу для усовершенствования было послано пять начинающих математиков. Замечательно, что им были даны с собой русские книги, «дабы природный свой язык забыть не могли и привыкать к назначенным им наукам». Наиболее выдающимся из этих молодых людей был Семен Кириллович Котельников (1723—1806), позднее первый русский академик-математик. Котельников, сын солдата Преображенского полка, в 18 лет поступил в академическую гимназию, а в 1751 г. получил звание адъюнкта.

В 1754 г. президент Академии наук граф К. Разумовский, преисполненный, как и большинство знати того времени, подобострастным отношением ко всему иностранному, искал кандидатов в академики исключительно среди иностранцев. Его единодушно поддерживала «немецкая партия» во главе с неперемненным секретарем Академии Мюллером. Однако на конференции (общем собрании академиков) победили противники «немецкой партии», возглавляемые Ломоносовым: Котельников получил громадное большинство голосов. Значительную роль в этом сыграло письмо Эйлера от 27 августа 1754 г., в котором он сравнивал Котельникова с иностранными кандидатами Рюге, Клеммом и Ганау. «Эти субъекты, — писал Эйлер, — как мне кажется, из-за своего необыкновенного трудолюбия потеряли здравый человеческий смысл. По сравнению с ними я могу с полным правом считать Котельникова Архимедом или Ньютоном. В самом деле, во всяком случае несомненно, что во всей Германии не найти более трех человек, которые в математике заслуживали бы предпочтения перед Котельниковым, но я надеюсь, что в течение года я добьюсь с ним того, что он превзойдет и этих людей!».

В 1756 г. Котельников стал экстраординарным, а с 1760 г. ординарным профессором. Но восторженного отзыва Эйлера Котельников не оправдал, так как его деятельность носила почти исключительно административный, педагогический и популяризаторский, а не научно-исследовательский характер. Он оставил лишь один чисто математический мемуар — о числе разбиений выпуклого многоугольника непаресекающимися диагоналями на треугольники, являющийся первой исследовательской работой русского математика.

Котельников перевел на русский язык и переработал ряд руководств и учебников. Начиная с 1785 г., он в течение 12 лет читал летний публичный курс, о котором в объявлениях говорилось, что он «слушателям своим, в простой геометрии и алгебре довольно упражнявшимся, подавать будет наставления о дифференциальных и интегральных выкладках». В отличие от практиковавшихся тогда публичных лекций на латинском и немецком языках, часто срывавшихся из-за отсутствия слушателей, курс Котельникова, который излагал сведения по высшей математике на русском языке, неизменно пользовался успехом. Котельников, много сделавший для распространения математической культуры в духе Эйлера, является автором первой публичной русской речи о значении математики — «О пользе упражнения в чистых математических рассуждениях», произнесенной им в 1761 г., а также трех интересных мемуаров на латинском языке, трактующих о приложениях математики к оптике и механике.

Под непосредственным влиянием Эйлера сформировался также академик Степан Яковлевич Румовский (1734—1812), научное творчество которого, правда, занимало меньше места в его деятельности, чем педагогическая и административная работа, и притом относилось по преимуществу к астрономии, в развитии которой он внес положительный вклад. Тем не менее Румовский опубликовал несколько математических мемуаров, в том числе мемуар об интегралах, содержащих кубический корень. Будучи попечителем Казанского учебного округа, Румовский при создании Казанского университета пригласил из-за границы профессоров математики, оказавших благоприятное влияние на формирование Лобачевского как математика.

Из всех учеников Эйлера наибольшее число работ оставил швейцарец Н. И. Фусс (1755—1826), работавший в течение десяти лет (с 1773 г.) секретарем Эйлера и ставший позднее академиком, а с 1800 г. — неперемненным секретарем Петербургской Академии. Он занимался интегральным исчислением, дифференциальными уравнениями, теорией рядов, а в особенности геометрией — элементарной, аналитической и дифференциальной. В последней он предвосхитил некоторые идеи так называемой естественной геометрии, созданной лишь в конце XIX в. Чезаро. Наибольшее распространение получило руководство Фусса по алгебре (на французском языке издано в 1783 г., русский перевод вышел в 1799 г.), являвшееся, собственно, сокращенным изложением «Алгебры» Эйлера.

К прямым ученикам Эйлера принадлежал также А. И. Лексель (1740—1784), выдающийся астроном, опубликовавший ценные работы в области анализа и сферической тригонометрии. Сферической тригонометрией занимался и другой ученик Эйлера — Ф. И. Шуберт (1758—1825), который был, подобно Румовскому и Лекселю, преимущественно астрономом, но выполнил ряд оригинальных исследований в разных областях математики.

В общем академические гимназии и университет, несмотря на все трудности, воспитали пять академиков в области математических наук — Котельникова, Румовского, Ипходцева, Головина и Кононова. Но в это послепетровское время, когда бразды правления в стране захватили сначала меньшиковы и долгорукие, а потом остерманы и бироны — эти, по словам Ключевского, «нули, потерявшие свою передовую единицу, не способные ни продолжить, ни разрушить дело Петра», положение науки, Академии, университета и гимназии стало тяжелым. Дворянство и духовенство сопротивлялось распространению научных знаний. Деятельность реакционных чиновников, занимающих руководящие научные посты, поддерживалась свыше. Деятельность же академиков и профессоров расценивалась не по их исследовательским работам, а по административному рвению. Необходимо добавить, что влияние этих заправил сказывалось отрицательно и на самих математических исследованиях, отошедших от эйлеровского направления. Поощрялись руководства такого рода (например, «Геометрия» академика Г. В. Крафта, последователя Христиана Вольфа), которые своим схематизмом, схоластическим методом подавляли пытлившую исследовательскую мысль. В результате все эти академики и адъюнкты дали большое количество математических учебников и руководств, переводов и переработок, чем, конечно, способствовали дальнейшему развитию русской математической науки, но не оставили значительных самостоятельных исследовательских работ¹.

Созданные Эйлером и его учениками руководства сыграли исключительно большую роль в деле распространения математического образования в Рос-

¹ Подробно о значении Эйлера в подготовке русских математиков см. работу А. П. Юшкевича «Эйлер и русская математика XVIII в.» «Тр. Ин-та истории естествозн. АН СССР», 1949, т. III, стр. 45—116, а также его работу «Академик С. Е. Гурьев и его роль в развитии русской науки». Там же, 1947, т. I, стр. 219—268.

сии и повышения его научного уровня. В 1738 и 1740 гг. вышло на немецком языке двухтомное «Руководство к арифметике» Эйлера, а в 1740 и 1760 гг. — его русский перевод (переводчиком первой части был адъютант Эйлера В. Е. Адодуров, переводчиком второй — студент В. Кузнецов). Для улучшения преподавания математики много сделал Н. Г. Курганов (ок. 1725—1796). Педагог и автор ряда учебников, он перевел также восемь первых книг «Начал» Евклида с французского языка (1769) и продолжал намеченную Эйлером программу изложения арифметики и алгебры. Под влиянием Эйлера М. Е. Головиным (1756—1790) был написан прекрасный учебник плоской и сферической тригонометрии, вышедший в 1789 г.

Свежая струя влилась в русскую математику в конце XVIII в., когда потребности эпохи — нужды военного дела и развивающейся промышленности — вынудили правительство организовать новые специальные военные училища, морской корпус, горные училища и т. д. Вместо со специальными руководствами по военным наукам в эти учебные заведения проникали и учебники математики из Франции, а также руководства, написанные в Англии. Наряду с новизной изложения проникали и новые, зачастую материалистические, философские взгляды.

Преподаватель Артиллерийского корпуса Я. П. Козельский в своем учебнике «Арифметические предложения» (1765) применял французскую манеру изложения, а в философских отступлениях высказывал сенсуалистско-атеистические мысли. В завуалированной форме Козельский выступал против самодержавия, за социальное равенство.

Интересно отметить, что в вольном переводе с английского «Начал» Евклида (1784) обучавшиеся в Англии преподаватели Морского кадетского корпуса Суворов и Никулин пытались очистить русскую математическую терминологию от засорения, практиковавшегося немецкой школой. Однако пуризм этих авторов был чрезмерен, и лишь немногие предложенные ими термины прижились.

Прогрессивный характер французского влияния был бесспорен. Французская математическая школа, представленная такими замечательными учеными, как Клеро, Даламбер, Лагранж, Лаплас, Лежандр, Монж, заняла, особенно в период после смерти Эйлера, господствующее положение в мировой науке. Однако это новое влияние пробивало себе дорогу в России относительно медленно. При этом идеи Эйлера также не утрачивали своего значения.

На рубеже XVIII и XIX вв. протекала и деятельность С. Е. Гурьева (1764—1813), русского академика-математика, научные открытия которого вошли в историю науки. Гурьев не был воспитанником Академии; он учился с 1779 по 1784 г. в Петербургском артиллерийском училище и Инженерном кадетском корпусе. После окончания корпуса Гурьев был оставлен в нем профессором и инспектором корабельной архитектуры. В 1792 г. он отправился в Англию для изучения гидравлических работ. В 1796 г. им была написана работа «Начала геометрии трансцендентной», за которую Гурьев, на основании отзыва Иноходцева, был избран адъютантом. Его «Опыт о установлении математики на твердых основаниях» (1797) и «Опыт о усовершенствовании элементов геометрии» (1798), в которых Гурьев в основных вопросах следовал за Даламбером, вызвали в академических кругах немало споров, однако послужили основанием для избрания его академиком (1798). «Рассуждение о математике и ее отраслях» (1809) Гурьева содержит материалистическое понимание предмета математики и ее происхождения.

Наряду с активной педагогической деятельностью и составлением ряда учебников (по арифметике, анализу, механике), Гурьев опубликовал 23 мемуара, посвященные разным проблемам, самостоятельно им исследованным. Особого внимания заслуживает его исследование условия интегрируе-

мости дифференциалов многих переменных. Гурьев впервые систематически изложил элементы дифференциальной геометрии в полярных координатах. Формулы перехода, которыми мы теперь пользуемся, были выведены Гурьевым и вошли в историю математики под названием «Формул Гурьева».

Гурьев первым из русских математиков сумел создать свою школу. Учеником Гурьева был талантливый, но рано умерший математик В. И. Висковатов (1779—1812), экстраординарный академик, автор ряда мемуаров и учебников, переведший «Основания механики» Боссю и вновь издавший «Алгебру» Эйлера. Другой ученик Гурьева — П. А. Рахманов, офицер, ставший впоследствии педагогом, преподавал математику и пропагандировал математические работы Лагранжа, Био, Лежандра, с идеями которых он познакомился во время своего пребывания в Париже. Цена заслуги Гурьева, Рахманов вместе с тем подходил критически к его работам. В 1813 г. Рахманов погиб в Отечественной войне.

Главной целью Гурьева было улучшение преподавания математики в России. Именно в связи с педагогическими задачами он пытался выяснить основные понятия математики, особенно геометрии и анализа. Он считал, что преподавание геометрии как более наглядной науки должно предшествовать преподаванию алгебры — науки более абстрактной. Он критиковал геометрию Лежандра, в частности — его попытку доказать постулат о параллельных, и предложил свое собственное доказательство. Гурьев был основателем первого математического журнала на русском языке «Умозрительные исследования», выходившего с 1808 по 1819 г.

На пороге XIX в. в России начали создаваться многие новые университеты. Академический университет в Петербурге, долго существовавший лишь номинально, пришлось в 1783 г. за отсутствием студентов окончательно закрыть. Московский университет, созданный по настоянию Ломоносова в 1755 г., не только в XVIII в., но и в первой трети XIX в. не оказывал заметного влияния на развитие математики. До 1760 г. в нем не было даже особой математической кафедры.

В 1802—1805 гг. в Казани, Харькове и Вильне, а в 1819 г. в Петербурге были созданы новые университеты. Существовавшие в Дерпте с 1632 по 1656 г. и в Пернове с 1690 по 1710 г. латинско-шведские университеты были в 1812 г. преобразованы в немецко-русские. На кафедры и на этот раз, как и при основании Академии наук, пригласили иностранных профессоров. Однако время было уже другое. Роль лучшей части этих иностранцев, среди которых были математики из геттингенского окружения Гаусса, состояла теперь действительно в воспитании кадров русских ученых, в содействии их самостоятельному творчеству. Началась новая полоса развития математики в России, и началась она с появления величайшего из русских математиков — Лобачевского. Мировая математическая мысль переживала в это время — в двадцатых годах XIX столетия — новый расцвет. Были заложены основы теории групп, теории функций комплексного переменного, теории кривизны поверхностей и проективной геометрии. Но самый мощный толчок развитию нового исторического периода математики дала именно русская математика созданием неевклидовой геометрии Николаем Ивановичем Лобачевским.

А. П. МАНДРЫКА

ОСНОВНАЯ ЗАДАЧА ВНЕШНЕЙ БАЛЛИСТИКИ В ТРУДАХ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА

Творчество Леонарда Эйлера было исключительно разносторонним. Результаты, полученные им во многих областях естествознания и техники, имели важнейшее значение не только для развития науки того времени, но сохранили свою ценность и поныне. Особенно ярко связь теоретических изысканий Эйлера с практикой проявляется в его исследованиях по гидродинамике и баллистике, разработка которых была обусловлена запросами мореплавания, кораблестроения, строительства гидротехнических сооружений и артиллерии.

В XVIII в. в артиллерии был сделан ряд крупных преобразований, которые стали возможны в результате перехода от цехового способа производства к мануфактурному. Внедрение машин и использование новых станков позволили унифицировать калибры орудий, принять на вооружение железные лафеты, создать более совершенные приборы наводки и предпринять работы по проектированию новых типов орудий, позволявших вести стрельбу под значительными углами возвышения и дававших сравнительно большие начальные скорости снарядам. Все это стимулировало прогресс артиллерийской науки. Перед внешней баллистикой — наукой, изучающей движение артиллерийского снаряда в воздухе, стояли задачи экспериментального изучения сопротивления воздуха, разработки метода определения траектории снаряда и, как итог изысканий в этом направлении, задача составления таблиц стрельбы с учетом действия на снаряд силы сопротивления воздуха. Именно в этой последней области Эйлер сделал ряд исследований, оказавших существенное влияние на последующее развитие внешней баллистики.

В XVII—XVIII вв. изучение движения артиллерийского снаряда являлось одной из важнейших проблем механики. С конца XVII столетия она формулируется как задача определения траектории материальной точки, перемещающейся под действием силы тяжести и силы сопротивления воздуха, направленной в сторону, противоположную вектору скорости. Эта задача внешней баллистики издавна привлекала внимание крупнейших ученых мира.

В 1687 г. Ньютон первым приступил к систематическому исследованию движения материальной точки в сопротивляющейся среде¹. Он решил следующие задачи: определил движение материальной точки по вертикали под действием силы тяжести и силы сопротивления воздуха, выражающейся одночленом, пропорциональным в одном случае первой, а в другом — вто-

рой степени скорости; нашел траекторию материальной точки, выброшенной под углом к горизонту и перемещающейся под действием силы тяжести и силы сопротивления и представленной в виде одночленной линейной зависимости; наконец, изучил прямолинейное движение материальной точки в предположении двучленного закона сопротивления, один из членов которого пропорционален первой, а другой — второй степени скорости. Аналогичными баллистическими задачами занимался и Гюйгенс, изложивший свои исследования в труде 1690 г.²

Важнейшей проблемой внешней баллистики являлось установление траектории материальной точки в предположении квадратичного закона сопротивления воздуха. Формула Ньютона, казалось, наиболее хорошо соответствовала наблюдаемым явлениям, и задача изучения движения в сопротивляющейся среде привлекала внимание ученых. Правда, в конце XVII и в первой половине XVIII в. эта проблема представляла интерес главным образом с математической точки зрения. Хорошо разработанная параболическая теория еще удовлетворяла запросы артиллерийской практики: таблицы стрельбы, вычисленные на основе теории Галилея, употреблялись для мортир, а несколько позднее — для гаубиц, обладавших сравнительно небольшими начальными скоростями, при которых можно было не учитывать силу сопротивления воздуха. Рассеивание же точек падения снарядов было настолько велико, что перекрывало расхождение между дальностью, рассчитанной по параболической теории, и средней дальностью, наблюдаемой в действительности. Основная задача внешней баллистики, построенной на базе квадратичного закона сопротивления, рассматривалась учеными задолго до того, как она была выдвинута артиллерийской практикой, и привлекала их внимание на протяжении всего XVIII в.

В 1707—1710 гг. Варignon³ аналитически решает задачи, которыми занимались Ньютон и Гюйгенс, открывая путь для дальнейших изысканий.

Проблема определения траектории материальной точки в предположении квадратичного закона сопротивления нашла отражение в труде Я. Германа (1716)⁴. Ее решению посвятил два специальных мемуара Иоганн Бернулли, которому удалось разрешить задачу при более общем, чем у Ньютона, предположении о законе сопротивления воздуха. В 1719 г. вышел в свет первый мемуар Иоганна Бернулли⁵. Решение задачи было дано в чрезвычайно сжатой форме, в виде теоремы. Через два года Бернулли изложил свой метод, что позволяло установить, какие средства математики он употреблял⁶.

В 1736 г. в Петербурге вышел труд Эйлера по динамике материальной точки⁷. Движение материальной точки под действием силы тяжести и силы сопротивления воздуха являлось одним из частных вопросов, рассмотренных Эйлером в шестой завершающей главе книги. Уместно остановиться на том, что Эйлер считал этот вопрос не столько частной задачей механики, сколько проблемой, имевшей прикладное значение для артиллерии, нуждающейся в решении, пригодном для практического использования. Эйлер писал:

² Huygens. Traité de la lumière avec un discours de la cause de la pesanteur. Leide, 1690.

³ Varignon. Mémoires de l'Académie des sciences de Paris, 1704, 1707, 1708, 1710.

⁴ J. Hermann. Phoronomia, sive de viribus et motibus corporum solidorum et fluidorum, libri duo. Amsteraedami, 1716.

⁵ Johannis Bernoulli. Responsio ad non neminis provocationem eiusque solutio quaestionis ipsi ab eodem propositae de invendienda linea curva, quam describit projectile in medio resistente. Lipsiae, Acta erud., 1719.

⁶ J. Bernoulli. Operatio analytica. Acta erud., 1721.

⁷ L. Euleri. Mechanica, sive motus scientia analytica exposita, 1736 и Opera omnia, series secunda, 1912, t. I—II.

¹ И. Ньютон. Математические начала натуральной философии. Изд-во АН СССР. — А. Н. Крылов. Собр. соч., т. VII. Изд-во АН СССР, 1949.

«Опыты показали, что воздух оказывает движущимся телам сопротивление, зависящее от второй степени их скорости. Так как сила тяжести постоянна и воздух на незначительных высотах имеет везде почти одну и ту же плотность, то падение брошенного в воздухе тела будет, очевидно, подчиняться этому положению. Исходя из этого мы определили истинную кривую, которую описывают тела, выброшенные из орудий или брошенные каким-либо иным способом. Обычно за эту кривую принимают параболу, которую тела описывают в безвоздушном пространстве. Плотность воздуха принимается при этом настолько незначительной, что его сопротивлением можно пренебречь. Оно действительно невелико, когда большое тело выбрасывается с незначительной скоростью. Однако траектория будет сильно отклоняться от параболической, когда тела малых размеров выброшены с большой силой. В этих случаях, если мы даже найдем истинную траекторию, нам придется весьма сожалеть, что ее уравнение настолько сложно, что едва ли когда-нибудь можно будет получить что-либо полезное для практики»⁸. Помимо формул, полученных И. Бернулли, определяющих траекторию материальной точки, Эйлер выводит зависимости для кинематических элементов движения; входящая в квадратуры функция, по форме несколько отличная от той, с которой оперировал Бернулли, получает более конкретное выражение, приближающееся к виду, впоследствии (в 1753 г.) приданное ей Эйлером. Для выражения закона сопротивления, так же как и у Бернулли, выбирается одночленная формула с произвольным показателем степени скорости. Кроме того, Эйлер приводит решение для случая квадратичного закона сопротивления, считавшегося после опытов Ньютона и вплоть до середины XVIII в. наиболее удовлетворительным.

Решение основной задачи внешней баллистики, предложенное Бернулли в 1719 и 1721 гг. и пополненное Эйлером в 1736 г., было трудно использовать в артиллерийской практике.

Установление элементов траектории требовало вычисления квадратур для весьма разнообразных случаев стрельбы, характеризующихся не только начальной скоростью снаряда и углом бросания, определяющих траекторию в безвоздушном пространстве, но также весом снаряда и его диаметром. Математически задача была решена, однако необходимо было найти удобный для практики метод решения, основанный на систематизации всех возможных случаев, сведении их к группе типовых задач и упрощении зависимостей, по которым следовало производить расчеты.

Для дальнейшего развития внешней баллистики большое значение имели работы Робинса.

Бенджамен Робинс, крупный английский инженер, изобрел баллистический маятник — прибор, позволявший измерять скорость полета ружейных пуль в данной точке траектории.

Робинс исследовал экспериментально ряд проблем внешней баллистики и изложил их в сочетании с теоретическими соображениями в труде «New principles of Gunnery» (1742), который Л. Эйлер перевел на немецкий язык с многочисленными дополнениями, имеющими самостоятельное значение. Базируясь на материале, полученном Робинсом опытным путем, Эйлер решал важнейшие задачи внешней и внутренней баллистики. В таком виде книга была издана в Берлине в 1745 г.⁹ В 1777 г. книга была издана на ан-

⁸ L. Euleri. Opera omnia, series secunda, 1912, t. I, p. 318.

⁹ L. Euler. Neue Grundsätze der Artillerie, enthaltend die Bestimmung der Gewalt des Pulvers nebst einer Untersuchung über den Unterschied des Widerstands der Luft in schnellen und langsamen Bewegungen, aus dem Englischen des Hrn Benjamin Robins übersetzt und mit den nöthigen Erläuterungen und mit vielen Anmerkungen versehen. Berlin, 1745.

лийском языке Брауном в Лондоне, а в 1783 г. — в Париже в переводе Ломбара на французский язык. Работа вошла в т. XIV полного собрания сочинений Эйлера «Opera omnia» (series secunda, 1922, p. 3—409).

В результате опытов с баллистическим маятником по измерению скоростей ружейных пуль, достигавших уже в то время скорости звука, было обнаружено резкое возрастание силы сопротивления воздуха. Квадратичный закон сопротивления воздуха движению снаряда, данный Ньютоном, тем сильнее расходился с действительностью, чем больше были скорости. Возникла необходимость дать физическое истолкование наблюдаемому явлению и вывести новое аналитическое выражение для закона сопротивления воздуха. Этим вопросам Эйлер и Робинс посвятили часть упомянутого труда.

Так же как и Робинс, Эйлер усматривал причину резкого увеличения силы сопротивления при больших скоростях в упругости воздуха. По мнению Эйлера, воздух не успевает следовать за быстро движущимся телом, вследствие чего позади тела образуется разрежение. «... Когда тело перемещается в воздухе с большой скоростью, — писал Эйлер, — находящийся впереди него воздух сжат в большей степени и, следовательно, будет более плотен, чем воздух позади тела, где он сжат меньше и более разрежен. Вследствие первого обстоятельства сила сопротивления, действующая на переднюю часть, будет больше, чем сила, толкающая тело сзади. Поэтому сопротивление воздуха при быстром движении будет значительно больше, чем при медленном»¹⁰.

В другом месте Эйлер говорит: «Поскольку это увеличение сопротивления происходит частью от уплотнения воздуха перед ядром, частью же от разрежения позади него, а эти оба явления обусловлены упругостью воздуха, то рассматриваемое увеличение нельзя приписывать никакой другой причине, как только упругости воздуха»¹¹.

В добавлениях к 1-му Предложению второй главы книги Робинса Эйлер развивает стройную теорию обтекания твердого тела идеальной сжимаемой жидкостью. Он обращает внимание на упругость воздуха как на основной фактор, обуславливающий резкое возрастание силы сопротивления воздуха со скоростью. Согласно его теории, образование разрежения позади хвостовой части тела связано с упругостью воздуха. В вязкой жидкости при больших скоростях это явление происходит и при отрыве пограничного слоя и возникновении так называемого вихревого сопротивления. Эта теория Эйлера продержалась в науке до конца XIX в.

Как известно, сопротивление упругой жидкости движению твердых тел, перемещающихся со скоростями, близкими к скорости звука, определяется главным образом ударным сопротивлением. Эйлер фиксировал внимание на уплотнении воздуха впереди головной части снаряда, но не сумел построить принятую теперь качественно новую волновую теорию, объясняющую резкое повышение силы сопротивления при звуковых скоростях.

Экспериментальный материал, содержащийся в книге Робинса, был использован Эйлером при выводе нового аналитического выражения закона сопротивления воздуха. Опираясь на разработанную им гидродинамическую теорию, Эйлер выводит двучленную формулу сопротивления, первый член которой пропорционален квадрату, а второй — четвертой степени скорости. Эта формула достаточно хорошо отражала данные опыта и была значительно ближе к действительности, чем упомянутый выше закон Ньютона.

Естественно, что при решении основной задачи внешней баллистики в 1745 г. Эйлер обратился к выведенному им двучленному закону сопротивле-

¹⁰ L. Euleri. Opera omnia, series secunda, 1922, t. XIV, p. 281.

¹¹ Там же, стр. 312.

ния. Проблема представляла значительно большие трудности, чем задача, уже решенная математически и Бернулли и Эйлером. В настоящее время известно, что невозможно в конечном виде проинтегрировать уравнения движения в предположении двучленного закона, за исключением одного лишь случая, рассмотренного Д'Аламбером, когда первый член не зависит от скорости, а второй — пропорционален ее квадрату. Эйлер вынужден был применить численные методы, отыскивая решение в виде рядов. К подобным приемам он обращался и ранее в своем труде 1736 г. В конце концов в результате чрезвычайно сложных выкладок ему удалось установить траекторию, но только для случая, не предусмотренного опытами Робинса.

Решение основной задачи внешней баллистики, данное Эйлером в 1745 г., во многих отношениях представляет большой интерес. При составлении исходных дифференциальных уравнений он отказался от представления действующих на снаряд сил в виде их составляющих по касательной к траектории и по нормали к ней. На этот раз Эйлер ввел дифференциальные уравнения движения, которые легко приводятся к употребляемой теперь форме. Для этого достаточно заменить входящую в уравнения Эйлера высоту падения снаряда в безвоздушном пространстве отвечающей ей скоростью. Эйлер вычисляет интегралы вида

$$\xi_n(\theta) = \int \frac{d\theta}{\cos^{n+1}\theta}.$$

Сущность этого метода будет изложена ниже.

Заслуга Эйлера заключалась в том, что он положил начало разработке численных методов решения основной задачи внешней баллистики. Во второй половине XVIII в. по его пути пошли многие крупные ученые, сосредоточившие внимание на решении этой задачи главным образом в предположении квадратичного закона сопротивления. Среди них можно назвать Борда, Лежандра, Ламберта, Безу и Темпельгофа.

В середине XVIII в. возникает необходимость в универсальном оружии, которое позволило бы вести стрельбу через расположение своих войск. В России энергично занимались конструированием орудий такого типа. Бишов предпринял опыты с разработанной им системой орудий, так называемых мортир-канонов, а группа артиллеристов под руководством П. И. Шувалова создала систему орудий, известных под наименованием единого рога, которая была принята на вооружение русской армии в период Семилетней войны 1756—1762 гг.¹² В это же время во всех государствах Европы была осуществлена унификация калибров орудий, а внедрение новых, более совершенных станков привело к улучшению качества их изготовления. В результате, рассеивание снарядов при стрельбе на дальние расстояния сильно уменьшилось.

Перечисленные факторы усилили интерес ученых к решению основной задачи внешней баллистики. В этот период зарождаются и получают развитие численные методы решения основной задачи внешней баллистики, о которых уже было сказано выше. Одновременно ведутся настойчивые изыскания по разработке аналитических методов.

В 1753 г. Эйлер представляет Берлинской Академии наук свой знаменитый мемуар¹³. Совершенствуя решение И. Бернулли и развивая

собственное исследование 1736 г., он излагает свой метод, вполне законченный в смысле возможности его практического использования и имевший наибольшее значение при решении задач навесной стрельбы. Этот метод был основан на аналитическом интегрировании дифференциальных уравнений движения в предположении квадратичного закона сопротивления. Труд Эйлера положил начало другому плодотворному направлению в развитии аналитических методов решения основной задачи внешней баллистики.

Первым этапом в исследовании Эйлера является составление дифференциальных уравнений движения и их интегрирование. В отличие от работы 1745 г. он выбирает начало прямоугольной системы координат не в точке вылета, а в вершине траектории. Ось абсцисс Эйлер направляет по горизонтальной прямой в сторону движения снаряда, а ось ординат — вертикально вниз. Уравнения движения имеют вид, близкий к употребляемым теперь. В связи с тем, что начало координат помещено в вершине траектории, интегрирование проводится раздельно для ее восходящей и нисходящей ветвей. Однако квадратуры, к которым сводится решение для координат точек траектории и времени полета снаряда, отличаются для обеих ветвей только знаками второго слагаемого знаменателя — функции $\xi_2(\theta)$. Этим же отличаются и формулы для длины дуги траектории и скорости снаряда, выраженные в алгебраической форме.

В решении, найденном Эйлером, имеются три параметра: первый из них близок к единице, изменяется мало и является функцией отношения плотности воздуха к плотности материала снаряда; второй — аналогичный современному баллистическому коэффициенту, определяется весом снаряда и его диаметром и, наконец, третий зависит, как пишет Эйлер, от скорости, сообщенной снаряду.

Четкое разграничение параметров и выяснение их влияния на элементы движения позволили Эйлеру систематизировать все возможные траектории и свести их к определенному числу типов, подлежащих расчету.

На завершающем, третьем этапе исследования Эйлер дал метод расчета траектории. В его основу были положены алгебраические зависимости для длины дуги траектории и скорости снаряда, установленные в результате интегрирования дифференциальных уравнений движения. Эйлер разбивал траекторию на отдельные участки, элементы движения для которых определялись посредством упомянутых соотношений. Координаты точек траектории и время движения снаряда Эйлер определял последовательным суммированием этих элементов, найденных для каждого участка. Сущность метода заключалась в представлении траектории в виде таких небольших участков, на которых вследствие незначительного изменения угла наклона касательной можно заменить дугу отрезком прямой; таким образом, траектория принимает вид многоугольника.

Английский профессор Башфорт¹⁴ в 1873 г. и русский баллистик Н. А. Забудский¹⁵ в 1888 г. проинтегрировали дифференциальные уравнения движения, составленные в предположении, что закон сопротивления воздуха полету снаряда выражен одночленом, в одном случае пропорциональным кубу, а в другом — четвертой степени скорости. Они получили формулы, аналогичные тем, которые были найдены Эйлером для закона сопротивления Ньютона. Метод, которым пользовались Башфорт и Забудский, стал известен под названием общего метода Эйлера.

¹² А. М. Агеев. Реформы в русской артиллерии 50—60 гг. XVIII века, 1955 (диссертация).

¹³ L. Euler. Recherches sur la véritable courbe que décrivent les corps jetés dans l'air ou dans un autre fluide quelconque, 1755. «Mémoires de l'Académie royale des sciences et belles lettres de Berlin», t. IX, p. 321—355; Opera omnia, series secunda, 1922, t. XIV, p. 413—448.

¹⁴ F. Bashforth. A mathematical treatise on the motion of projectiles. London, 1873.

¹⁵ Н. А. Забудский. О решении задач навесной стрельбы и об угле наибольшей дальности. Пб., 1888.

Метод вычисления траектории по дугам был усовершенствован Лежандром¹⁶ и Дидионом¹⁷. В 1817 г. Лежандр предложил заменять криволинейные участки, на которые Эйлер разбивал траекторию, дугами окружностей, а Дидион в 1838 г. воспользовался для этой цели дугами параболы. В итоге траектория принимала более плавный вид, что сказывалось на повышении точности при вычислении элементов движения.

Вскоре после выхода в свет мемуара Эйлера предложенная им схема составления таблиц стрельбы была использована для практических целей. В 1764 г. офицер прусской артиллерии Гревениц рассчитал 18 намеченных Эйлером таблиц. Эта работа проводилась под руководством профессора университета в Ростоке — Карстена.

Таким образом, Эйлер не только разрешил в 1753 г. основную задачу внешней баллистики математически, но и предложил как итог своей работы схему составления таблиц стрельбы. Позднее его интересовало практическое воплощение в жизнь разработанного им метода. Известно, что по этому вопросу он переписывался с проф. Карстеном.

Составленные по способу Эйлера таблицы стрельбы непрерывно использовались на протяжении более ста лет. В 1773 г. Ламберт¹⁸, предложил идею построения графических таблиц стрельбы, явившихся прообразом номографического метода решения, а в 1777 г. Браун¹⁹, пользуясь методом Эйлера составил более точные, чем у Гревеница, таблицы. В 1814 г. Обенгейм²⁰ предложил графические таблицы, а в 1844 г. прусский генерал Отто²¹ опубликовал таблицы, по которым можно было найти элементы движения в наиболее важных для артиллерийской практики точках траектории — ее вершине и точке падения. После внедрения более совершенной баллистической аппаратуры — хронографа Лебуланже — открылась возможность надежно измерять начальную скорость и вычислять баллистический коэффициент. Отсюда возникла необходимость переделать таблицы Отто. Эта работа была выполнена крупным итальянским баллистиком Сначчи²², который в 1884 г. издал новые таблицы.

В 1955 г. исполнилось 200 лет со времени опубликования работы Эйлера, а таблицы, рассчитанные по его методу, все еще находят применение в баллистической практике.

Определение траектории артиллерийского снаряда в воздухе являлось важнейшей из задач, стоявших перед баллистикой в XVIII в. Эта проблема в течение почти двадцати лет занимала основное место в трудах Эйлера по баллистике. Три раза он возвращался к ее решению: в труде по механике 1736 г., относящемся к раннему периоду его творчества; в 1745 г. в капитальной работе, созданной в годы научной зрелости, и, наконец, в 1753 г. — в мемуаре, специально посвященном решению основной задачи внешней баллистики. Год за годом совершенствуя решение, Эйлер не только много

сделал для создания и разработки аналитических методов, но и положил начало численным методам расчетов. Он дал способ решения основной задачи, получивший развитие в нескольких направлениях: его метод интегрирования дифференциальных уравнений движения был широко использован в XIX в. для задач навесной стрельбы; построенные по его способу таблицы Отто-Сначчи употребляются и теперь, а методы вычисления траектории по дугам с успехом использовались французскими баллистами в начале текущего столетия.

¹⁶ Legendre. Exercices de calcul intégral. Paris, 1817.

¹⁷ Didion. Traité de balistique extérieure. Paris, 1838.

¹⁸ Lambert. Construction d'une échelle balistique. «Mémoires de l'Académie de Berlin», 1773.

¹⁹ H. Brown. The true principles of gunnery investigated and explained. Comprehending translations of professor Eulers observations upon the new principles of gunnery, published by the late Mr. Benjamin Robins and that celebrated authors. Discours upon the track described by a body in a resisting medium, inserted in the memoirs of the Royal academy of Berlin, of the year 1753. London, 1777.

²⁰ A. Obenheim. Balistique. Indication de quelques expériences à compléter la théorie du mouvement des projectiles de l'artillerie, procédé de l'analyse nécessaire. Strasbourg, 1814.

²¹ C. F. Otto. Tafeln für den Bombenwurf. Berlin, 1842.

²² Н. В. Маневский. Об измененных майором Сначчи баллистических таблицах для навесной стрельбы генерала Отто. «Арт. журн.», 1886, № 4.

И. А. ТЮЛИНА
О РАБОТАХ Л. ЭЙЛЕРА
ПО ТЕОРИИ ГИДРОРЕАКТИВНОГО СУДНА
И ВОДЯНОЙ ТУРБИНЫ

Развитие мореплавания и судостроения в XVII—XVIII вв. привлекало внимание ученых и инженеров к проблеме судового двигателя. Флот XVIII в. получил в наследство от предшествующей эпохи два типа двигателей: парус и весло. Необходимо было создать новые типы. В связи с этим в 1753 г. Парижской Академией наук был объявлен конкурс на изыскание наилучшего корабельного двигателя, дополняющего действие ветра.

На этом конкурсе получила премию работа Д. Бернулли¹, в которой излагалось несколько проектов судовых двигателей, в том числе и проект гидрореактивного судна. Этот проект подробно описан также в знаменитой «Гидродинамике» Д. Бернулли (13 раздел книги)².

На конкурсе Парижской Академии похвальный отзыв получила также работа другого петербургского академика — Л. Эйлера «О приведении в движение кораблей без силы ветра». Во втором разделе этой работы «О силах, происходящих от реакции воды» Эйлер писал: «Пока вода в каком-нибудь сосуде покоится, силы давления на стенки сосуда взаимно уравновешиваются и не побуждают сосуд к движению. Если же вода в сосуде движется, истекая через какое-либо его отверстие, то в таком случае равновесие нарушается, и сосуд побуждается к движению силой, которая действует на сосуд и называется силой реакции. Эта сила, очевидно, пригодна для приведения кораблей в движение»³.

Приступая к математической постановке задачи определения сил реакции, Эйлер вводит в рассмотрение три категории сил:

«Во-первых, подлежат рассмотрению силы, которыми вода фактически побуждается к движению. К ним относится сила тяжести и прочие силы, действующие на воду извне.

В совокупности я обозначу их буквой P . Их следует рассматривать как известные.

¹ D. Bernoulli. Recherches sur la manière la plus avantageuse de suppléer à l'action du vent sur les grands vaisseaux. . . Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Acad. des Sci., t. VII. Paris, 1769.

² D. Bernoulli. Hydrodynamica. Argentorati, 1738. Теоретическими и экспериментальными исследованиями явления реакции жидкости, истекающей из сосуда, Д. Бернулли занимался еще в 1727—1729 гг. в Петербургской Академии наук, которая ставила перед своими учеными задачи разработки теории кораблестроения и кораблевождения. Этим вопросам было посвящено несколько работ академиков Д. Бернулли, М. В. Ломоносова, Л. Эйлера и др.

³ L. Euler. Mémoire sur la manière la plus avantageuse. . . Recueil des pièces qui ont remporté les prix de l'Acad. des Sciences, t. 8. Paris, 1771, p. 24.

Во-вторых, подлежат рассмотрению силы, которыми сосуд побуждается со стороны воды к движению. Эти силы подлежат определению, и я их обозначу буквой R .

В-третьих, следует определить силы, которые требуются для того, чтобы вызвать движение воды и которые, если предположить движение воды известным, могут быть из этого движения воды определены согласно правилам механики. Эти силы я обозначу буквой Q ⁴.

Введя эти три категории сил, Эйлер далее устанавливает принцип, по которому силы, вызывающие движение воды: P и $-R$ (сила реакции берется со знаком «минус», потому что R есть сила давления воды на сосуд), должны быть эквивалентны самим вызываемым ими движениям, или так называемым «требуемым» силам (для каждой частицы «требуемая» сила равна произведению массы на ее ускорение).

Таким образом, принцип Эйлера выражается равенством $P - R = Q$.

Это равенство является основным в исследовании Эйлера по определению силы реакции, приводящей в движение сосуд. Величина этой силы определяется равенством: $R = P - Q$.

Предполагая, что внешняя сила P действует только по вертикали (сила тяжести), а вертикальная составляющая силы реакции воды на сосуд прибавляется (или отнимается) к силе P , Эйлер определяет только горизонтальную составляющую силы реакции $-R_y$. Так как в горизонтальном направлении не действуют внешние силы (по предположению), то горизонтальная составляющая силы реакции равна «требуемой» силе Q с противоположным знаком:

$$R_y = -Q.$$

Для нахождения требуемой силы Q в произвольном случае Эйлер рассматривает трубку $EEFF$ (рис. 1)⁵, изогнутую в плоскости чертежа, причем ширина трубки позволяет считать скорости частиц воды в каждом сечении постоянными. Для отсчета координат частицы воды Эйлер выбирает две оси: OX — вертикально вниз и OY — горизонтально влево; началом координат служит точка E входного отверстия трубки.

Пусть входному отверстию трубки EE соответствует площадь поперечного сечения σ_0 , скорость воды здесь v_0 , угол касательной к трубке с осью OX — φ_0 . В любом другом (текущем) сечении те же обозначения употребляются без индексов, в выходном сечении FF — с индексами «один»: σ_1, v_1, φ_1 .

Учитывая свойство неразрывности, Эйлер записывает горизонтальную составляющую скорости частицы воды $MMmt$ в некотором текущем сечении MM в следующем виде: $v_y = \frac{\sigma_1 v_1}{\sigma} \sin \varphi$.

Находя горизонтальное ускорение частицы в сечении MM дифференцированием скорости и умножая найденное выражение этого ускорения на элемент массы воды в объеме $MMmt$, равный $dM = \sigma \cdot 1 \cdot ds$, Эйлер

⁴ Там же.

⁵ Чертежи, приведенные в этой статье, заимствованы из соответствующих работ Л. Эйлера.

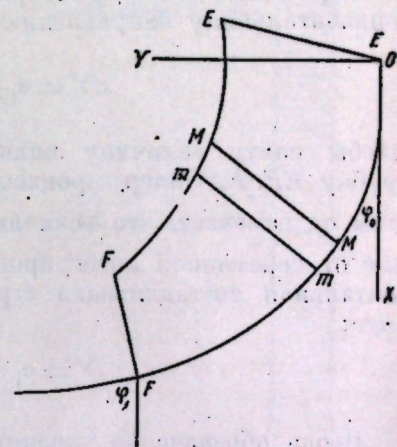


Рис. 1

получает выражение для горизонтальной составляющей «требуемой» силы Q , равной по величине силе реакции воды R на трубку, в виде

$$dY = \sigma \cdot 1 \cdot ds \left[\frac{dv_1}{dt} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma} \sin \varphi + \sigma_1 v_1 \frac{d}{dt} \left(\frac{\sin \varphi}{\sigma} \right) \right].$$

Далее Эйлер переходит от переменной t к переменной s во втором сла-
таемом согласно формуле

$$ds = v \cdot dt = \frac{\sigma_1 \cdot v_1}{\sigma} dt.$$

Выражение для элементарной силы, действующей на частицу воды по горизонтальному направлению, получает следующий вид:

$$dY = \sigma_1 \frac{dv_1}{dt} dy + v_1^2 \cdot \sigma_1^2 d \left(\frac{\sin \varphi}{\sigma} \right).$$

Чтобы найти величину полной горизонтальной силы, действующей на трубку $EEFF$, Эйлер производит интегрирование по всей ее длине. При этом он замечает, что величины v_1 и $\frac{dv_1}{dt}$ не зависят от формы трубки или от переменной интегрирования s (длина дуги трубки). Полная горизонтальная составляющая «требуемой» силы Q получается в следующем виде:

$$Y = \sigma_1 \frac{dv_1}{dt} [y]_E^F + \sigma_1^2 v_1^2 \left[\frac{\sin \varphi}{\sigma} \right]_E^F.$$

Вводя обозначение проекции трубки на горизонталь

$$[y]_E^F = b,$$

Эйлер получает окончательное выражение горизонтальной составляющей силы воздействия воды на трубку или силы реакции в виде

$$Y = \sigma_1 \frac{dv_1}{dt} b + \sigma_1^2 v_1^2 \left(\frac{\sin \varphi_1}{\sigma_1} - \frac{\sin \varphi_0}{\sigma_0} \right). \quad (1)$$

Эйлер указывает, что сила воздействия на трубку, истекающей из нее воды может быть использована для приведения в движение судов. Переходя к конкретной разработке проекта судового двигателя, работающего на основе использования силы реакции воды, он обращает особое внимание на исследование случая установившегося движения жидкости в трубке, т. е. такого случая, когда имеет место равенство $dv_1 = 0$ и когда сила реакции выражается более просто:

$$Y = v_1^2 \sigma_1^2 \left(\frac{\sin \varphi_1}{\sigma_1} - \frac{\sin \varphi_0}{\sigma_0} \right). \quad (2)$$

Исследуя вопрос о наилучшей форме трубки для реактивного судового двигателя, Эйлер отметил, что эта форма может быть получена при выполнении следующих условий:

$$\sin \varphi_1 = 1; \quad \varphi_1 = 90^\circ; \quad \sin \varphi_0 = -1; \quad \varphi_0 = -90^\circ.$$

Если углы при входе и выходе из трубки (φ_0 и φ_1) выбраны согласно этим условиям, то сила реакции становится максимальной:

$$Y = v_1^2 \sigma_1^2 \left(\frac{1}{\sigma_1} + \frac{1}{\sigma_0} \right). \quad (3)$$

Исходя из этих расчетов, Эйлер дает схему устройства гидрореактивного судового двигателя (рис. 2). При движении поршня EE в верхней входной части трубы, клапаны m и n регулируют ток воды следующим образом: когда поршень идет влево от AA и OO , то клапан m закрывается, а клапан n открывается, и вода из моря втягивается в трубу двигателя. Затем поршень посылается вправо от OO и AA , тогда клапан n закрывается, а клапан m открывается, и вода выталкивается по отростку $MMFF$ с большой относительной скоростью. Такое устройство двигателя, согласно уравнению Эйлера (3), дает максимальную величину реактивной силы, толкающей судно вправо.

В мемуаре Эйлер решает много задач, касающихся работы этого двигателя, например: на какую высоту выгодно поднимать воду из моря; какое количество людей для этого потребуется, если известна средняя мощность одного рабочего; дает расчет мощности машины и т. д.

Интересно сравнить проект Л. Эйлера с некоторыми другими проектами реактивного судна, появившимися позже.

Более чем сто лет спустя⁶ совершенно такой же проект судового двигателя был предложен А. К. Эшлиманом⁷, причем без всякого упоминания о работе Л. Эйлера (видимо, автор не был знаком с этой работой).

В конце XIX в. И. В. Мещерский предложил проект гидрореактивного судна⁸. Устройство судового реактивного двигателя у Мещерского являлось упрощением схемы двигателя Эйлера: трубка $EEFF$ (см. рис. 2) в проекте Мещерского была не П-образной, а прямолинейной. Для этого случая оставались справедливыми все расчеты Эйлера, если в формуле (3) принять:

$$\angle \varphi_0 = \angle \varphi_1 = 90^\circ.$$

Другой актуальной проблемой техники мануфактурного периода было изыскание способов улучшения и изменения промышленно-заводского двигателя.

Основными двигателями в XVII—XVIII вв. были водяные колеса различных типов: нижнебойные, верхнебойные, мутовчатые и др. Особенно эффективными были верхнебойные колеса, в которых вода действовала тяжестью и ударом; их коэффициент полезного действия достигал довольно высокого значения — 60—70%.

Водяные колеса были очень широко распространены в промышленности мануфактурного периода. Однако они имели ряд крупных недостатков:

⁶ На протяжении XVIII—XIX вв. было предложено и реализовано много проектов реактивных судов: судно Рамсея в Северной Америке в 1787 г.; судно С. О. Бурачека в России в 1838 г.; судно Рутвена в Англии в 1851 г. (патент на изобретение получен им в 1839 г.) и др.

⁷ А. К. Эшлиман. О движении пароходов силой реакции. «Морской сборник», 1868, т. XCVII, № 7.

⁸ И. В. Мещерский. Работы по механике тел переменной массы. М.—Л., 1949, стр. 249.

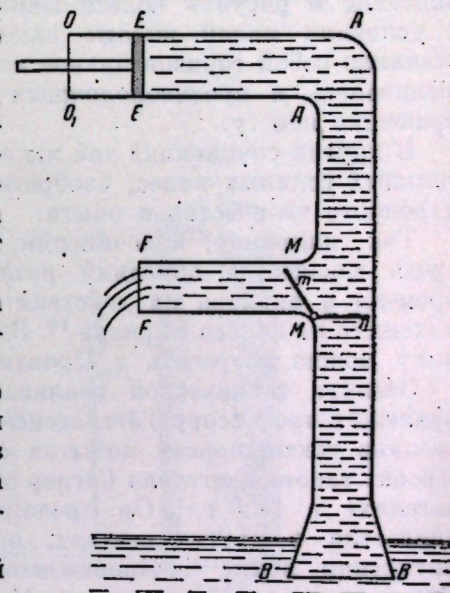


Рис. 2

применение их имело локальный характер; на мощность двигателей резко влияло изменение высоты уровня воды в реке, временами этот уровень и количество воды в реке понижались до того, что двигатель останавливался. Изобретательская мысль работала над тем, чтобы добиться повышения эффективности водяных колес. Уже в первой половине XVIII в. был найден новый тип водяного колеса. В трактатах того времени по физике и гидравлической технике можно найти описание этих типов водяных двигателей, пока еще очень примитивных. В курсе «Экспериментальной физики» Деагюлье дается описание и рисунок колеса Баркера⁹, которое выгодно было применять в условиях малой высоты падения воды. Изобретение Баркера представляло собой горизонтальное колесо с двумя желобами, из которых вода выливалась в противоположных направлениях, сообщая силой реакции вращение колесу.

В других сочинениях той же эпохи можно встретить описания горизонтальных водяных колес, изобретение которых, по-видимому, было плодом народного творчества и опыта.

Так, например, в сочинении Белидора «Гидравлическая архитектура» среди множества описаний разнообразных гидравлических машин того времени и анализа их действия мы находим изображение колеса, очень похожего на колесо Баркера¹⁰. Здесь же Белидор пишет, что такую мельницу можно встретить в Провансе и в Дофине.

Заслуга технической реализации реактивного водяного колеса принадлежит профессору Гёттингенского университета Сегнеру, которым была сделана также первая попытка создать теорию расчета этого двигателя. Проект такого двигателя Сегнер опубликовал в «Ганноверских ученых указателях» в 1750 г.¹¹ Он продолжал развивать теорию гидравлического двигателя в других статьях, опубликованных отдельным изданием на латинском языке¹². Приблизительно тогда же проект сегнерова колеса был технически осуществлен. Мукомольная мельница в Нёртено, около Гёттингена, приводимая в движение этим колесом, работала безотказно долгие годы.

Первая статья в «Ганноверских ученых указателях» была рассчитана на широкий круг читателей. Она начиналась краткой характеристикой изобретения: «Водяная машина, на идею которой недавно я попал, может быть употреблена на всех видах мельниц, где имеется достаточное падение воды. Она требует меньшего расхода воды, чем обычное водяное колесо, устраивается дешевле и проще содержится. . . Это устройство можно реализовать как в большом, так и в малом масштабах; и оно по своим специфическим свойствам способно давать большую силу и быстрое движение»¹³.

Основную часть этого устройства представлял цилиндрический сосуд *A* (рис. 3), который вращался вокруг вертикальной оси *CD*. Внизу сосуд имел горизонтальный отросток — трубу истечения воды (таких трубок было много, но для простоты на чертеже изображена только одна). Конец трубки был запаян, и вода имела выход только через боковое отверстие *F*. Истекающая из трубки вода сообщала вращательное движение сосуду и валу *CD*.

Для уменьшения сопротивления воздуха при вращении сосуда с отростками вся эта система была заключена в конический кожух.

⁹ J. T. Desaguliers. Cours de physique expérimentale, t. II, pl. 33, fig. 5, 9. Paris, 1751, p. 537.

¹⁰ Bolidor. Architecture hydraulique, t. I. Paris, 1737, p. 301.

¹¹ J. A. Segner. Beschreibung einer von Segner erfundenen hydraul. Maschinen. «Hannoversche Gelehrte Anzeigen», 1750, № 35, 38.

¹² J. A. Segner. Programma in quo computatio formae. . . Gottingae, 1750; J. A. Segner. Programma quo theoriam machine. . . Gottingae, 1750.

¹³ J. A. Segner. Beschreibung einer von Segner erfundenen hydraul. Maschinen. «Hannoversche Gelehrte Anzeigen», 1750, № 35, S. 137.

Познакомившись с изобретением Сегнера, Эйлер дал ему высокую оценку и проявил большой интерес к этому проекту. На протяжении нескольких последующих лет Эйлер опубликовал четыре объемистых мемуара, посвященных разработке теории гидрореактивного двигателя Сегнера; три мемуара были опубликованы в Берлине, четвертый — в «Новых Комментариях Петербургской Академии наук», пятый мемуар по этому же вопросу был издан лишь посмертно¹⁴.

Первый мемуар «Исследование о действии гидравлической машины, предложенной профессором в Гёттингене Сегнером»¹⁵, был написан Эйлером

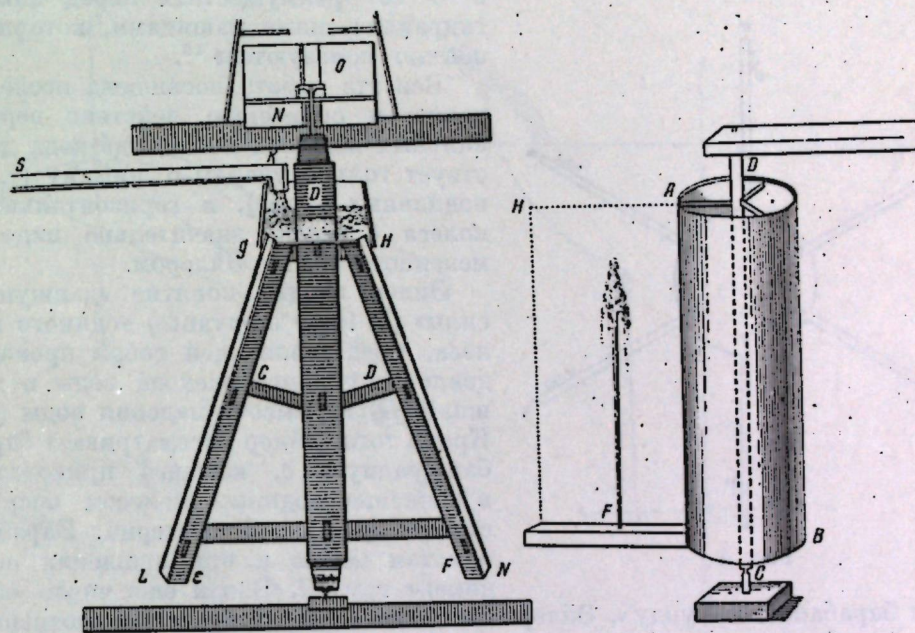


Рис. 3

в 1750 г. Здесь Эйлер, рассматривая устройство гидравлической машины Сегнера, предлагает ряд усовершенствований: в частности, замену прямых трубок *Aa, Bb, Cc*. . . (рис. 4) изогнутыми *A, B, E, F* (рис. 5)¹⁶, по которым вода истекала бы из сосуда, постепенно искривляя свою траекторию. Это уменьшало бы вредные потери энергии струи. На рис. 5 дается Эйлером схематическое изображение его установки в продольном и поперечном разрезах.

Далее Эйлер дает ряд полезных рекомендаций для избежания потерь на трение и сопротивление воздуха.

В теоретической части мемуара Эйлер рассчитывает величину вращающего момента сил реакции вытекающей воды, однако это делается пока еще весьма сложными методами. Далее он определяет мощность (*l'effet*) машины, понимая под этим произведение веса груза на ту высоту, на которую могла бы поднять груз эта машина в единицу времени.

¹⁴ L. Euleri. Opera postuma, t. 2. Petropolit, 1862, p. 146—173.

¹⁵ L. Euler. Recherches sur l'effet d'une machine hydraulique proposée par Mr. Segner. . . «Histoire et mémoires de l'Acad. des Sci. de Berlin», 1752, p. 311.

¹⁶ Приведенные фотокопии чертежей Эйлера сделаны по «Opera postuma», p. 146, однако совершенно такие же чертежи приложены Эйлером к его первому мемуару, издаваемому здесь.

редь интересовала та составляющая «требуемых» сил, которая создает момент около оси OO , т. е. трансверсальная составляющая этих сил:

$$Q = dm \left[r \frac{d^2}{dt^2} (\varphi + \psi) + 2 \frac{dr}{dt} \cdot \frac{d}{dt} (\varphi + \psi) \right].$$

Эту элементарную силу (действующую на элемент воды dm) можно выразить несколько иначе, если учесть соотношения:

$$r \frac{d\psi}{dt} = v \cos \theta; \quad \frac{d\psi}{dt} = \frac{v \cdot \cos \theta}{r} = \frac{v_1 \sigma_1}{\sigma} \cdot \frac{\cos \theta}{r};$$

$$\frac{d^2\psi}{dt^2} = \frac{\sigma_1}{\sigma} \cdot \frac{dv_1}{dt} \cdot \frac{\cos \theta}{r} + \sigma_1 v_1 \frac{d}{dt} \left(\frac{\cos \theta}{\sigma r} \right).$$

Умножая это выражение на расстояние от оси OO до элемента жидкости, можно прийти к следующему выражению для элементарного момента сил реакции:

$$dM = 2 \frac{dm}{dt} \Omega r dr + r^2 \frac{d\Omega}{dt} dm + \frac{dv_1}{dt} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma} \cdot r \cos \theta dm + \\ + \frac{dm}{dt} \cdot \frac{v_1 \sigma_1}{\sigma} \cdot \cos \theta dr + \frac{dm}{dt} \cdot v_1 \sigma_1 r d \left(\frac{\cos \theta}{\sigma} \right).$$

Приступая к интегрированию этого выражения по всей длине трубки от входа EE до выхода FF , Эйлер разбивает все переменные на две категорий (подобно тому, как это делалось в задаче о судне). Переменные: Ω , $\frac{d\Omega}{dt}$, v_1 , $\frac{dv_1}{dt}$ и $\frac{dm}{dt}$ (секундный расход воды в трубке) не зависят от формы трубки, а только от времени. Окончательное выражение полного момента сил реакции воды относительно вертикальной оси OO Эйлер получает в следующем виде:

$$M = \sigma_1 v_1 \Omega [r^2]_E^F + \frac{d\Omega}{dt} N + \frac{dv_1}{dt} L + \sigma_1^2 v_1^2 \left[\frac{r_1 \cos \theta}{\sigma} \right]_E^F,$$

где введены принятые им сокращения:

$$\int_E^F r^2 \sigma ds = N; \quad \int_E^F \sigma_1 r \cos \theta ds = L.$$

Для установившегося режима второе и третье слагаемые равны нулю, и выражение момента сил реакции упрощается.

В третьем мемуаре определяются силы реакции воды на трубку, величина давления в каждом сечении трубки, размеры машины при заданном расходе и высоте падения воды и т. д. В проблеме 11 определяется эффект машины по известному моменту сил реакции, который Эйлер получает умножением величины вращающего момента на угловую скорость вращения колеса. Таким образом, эффект машины представляет собой то, что теперь принято называть мощностью. Проблема 12 исследует такое устройство машины, при котором она имела бы наибольшую мощность.

Особый интерес представляет вывод Эйлером дифференциального уравнения движения жидкой частицы по направлению касательной к средней линии трубки с учетом нормального давления на площадку сечения, ограничивающего данный элемент жидкости ²².

²² В мемуаре «Более полная теория машин. . .» 1756 г. этот вывод дается в § 65—76; в последнем мемуаре «О движении и реакции. . .» этот вывод дается в § 44—49.

Некоторые исследователи научного наследия Эйлера ²³ считают, что перечисленные его работы по изучению движения воды в подвижных трубках гидравлического двигателя подвели его в 1755 г. к выводу знаменитых общих уравнений гидродинамики ²⁴.

Наконец, еще одним важным выводом, сделанным Эйлером, было требование равенства нулю абсолютной скорости частицы воды на выходе из рабочего колеса. Это равенство было необходимым условием максимальной мощности двигателя.

Рассмотренный материал позволяет сделать следующее заключение о теоретическом и практическом значении работ Эйлера 1750—1760-х гг., посвященных исследованию действия реактивного судна и реактивного водяного двигателя.

1. Эйлер сформулировал общий принцип для решения задач о поступательном и вращательном движениях тела переменного состава или переменной массы. Этот принцип позволяет составить дифференциальные уравнения движения тела (судна или турбины), из которых легко получаются выражения для сил реакции или момента сил реакции, действующих на тело. Для частного случая установившегося движения самого тела и воды внутри тела переменного состава (судна, турбины) Эйлер определил полезную мощность машины (эффект) и рассчитал наилучшее устройство машины для максимальной ее эффективности.

2. В этих работах Эйлер вывел дифференциальное уравнение движения частицы воды по направлению трубки с учетом нормального давления в сечении трубки (частный случай общих уравнений гидродинамики Эйлера).

3. Эйлер дал практически ценные указания относительно наилучшего устройства двигателя (турбины): предложил идею направляющего аппарата; дал условие максимальной мощности двигателя; предложил ввести заслонки на выходе из рабочего колеса и др.

Теоретические исследования Эйлера о действии горизонтальных водяных колес опередили практику турбостроения примерно на 75 лет, так как первые турбины (Манури Декто, Вейтлау, Бюрдена, позже Фурнейрона, Сафонова, Фрэнсиса и др.) стали применяться в промышленности только в XIX в.

Однако теоретическое осмысливание и обобщение опытных и технических знаний из области турбостроения было начато лишь в 30-х гг. прошлого века в трудах французского ученого Понселе ²⁵. Он создал струйную теорию турбины, основанную на принципе сохранения энергии. В различных частях машины производился подсчет потерь мощности турбины; при этом вводились поправки на эффект трения и вязкость жидкости, протекающей по каналам турбины; в этих поправочных членах фигурировали коэффициенты, определенные экспериментально. Эта теория хорошо согласовывалась с опытными данными Морена и др. В дальнейшем она была развита в трудах Комба, Вейсбаха, Редтенбахера и др.

Преимущество струйной теории, появившейся спустя сто лет после работ Эйлера, состояло в том, что исследователи отступили от абстракции идеальной жидкости и учитывали вязкость на основе экспериментального изучения свойств реальной жидкости. Однако постановка задачи у Эйлера была более строгой и общей — дифференциальные уравнения движения

²³ E. B r a u e r. Eulers Turbinentheorie. «Jahresbericht der deutsch. Math. Vereinigungen», 17. Bd., 1908, H. 1, S. 38.

²⁴ L. E u l e r. Principes généraux du mouvement des fluides. «Histoire de l'Acad. des Sci. de Berlin», 1755.

²⁵ P o n c e l e t. Sur la théorie des effets mécaniques de la turbine Fourneyron. «Comptes rendus de l'Acad. des Sci. de Paris», 1838, t. VII.

жидкости в канале колеса позволяли исследовать неустановившееся движение жидкости и колеса.

Новый этап в развитии техники турбостроения, обусловленный введением в конце XIX в. электродвигателей на большие расстояния, в корне изменил все требования к конструированию турбин. Раньше турбина развивала непомерно большие скорости. Понсело с сожалением писал о том, что эти скорости приходилось уменьшать при передаче на исполнительный механизм, что влекло за собой лишние потери энергии. Теперь же большие скорости вращения рабочего колеса стали полезными.

На основе новых запросов техники турбостроения возникала новая аналитическая теория турбин.

Основателями новой гидродинамической теории турбины в конце XIX и в начале XX вв. явились Лоренц, Пражиль, Жуковский, Чаплыгин и др. В их исследованиях принципиальный подход к задаче о движении турбины был весьма близким к методу рассуждений Эйлера. Основным отличием новой аналитической теории от Эйлеровой теории явилось то, что в ней рассматривалось не одномерное течение жидкости, как у Эйлера, а трехмерное течение в канале рабочего колеса. При этом исходными уравнениями в новой аналитической теории турбин были общеизвестные гидродинамические уравнения Эйлера, выведенные им в 1755 г., т. е. в период его работы над теорией гидравлического реактивного двигателя.

В конце XIX в. все чаще стали появляться более или менее подробные обзоры работ Л. Эйлера по теории гидравлического двигателя. Одним из первых специалистов в теории турбин, высоко оценивших исследования Эйлера, был Цейнер. Излагая в своих «Лекциях по теории турбин» сущность теории Эйлера, он приходит к заключению, что «... основные формулы для расчета турбин Эйлера годятся при расчете случая безударного входа воды во вращающийся канал и на сегодняшний день»²⁶.

В 40-х годах текущего столетия швейцарские ученые решили к 200-летию со времени разработки Эйлером проекта турбины выполнить этот проект. Модель турбины, построенная в 1943 г. фирмой Эшер — Висс по непосредственному описанию и расчетам Эйлера, имела входной диаметр 20 см и выходной — 30 см; она работала при напоре воды в 1 м и при расходе 19,7 л/сек.

Испытание ее подробно описано Аккеретом²⁷; максимальный коэффициент полезного действия модели был 71,2%, т. е. выше, чем у первых турбин начала XIX в. (турбина Бюрдена имела коэффициент полезного действия 67%).

Изложенные работы Эйлера по теории реактивного гидравлического двигателя высоко оценены учеными и инженерами нашего времени. Теория и практика турбостроения неоднократно подтверждала справедливость ранних расчетов и выводов Эйлера.

²⁶ G. Zeinert. Vorlesungen über Theorie der Turbinen, Leipzig, 1899, S. 150.

²⁷ «Schweizerische Bauzeitung», 1944, t. 123, № 1, S. 2—4.

Э. БРОДА

(Австрия)

ЛЮДВИГ БОЛЬЦМАН¹

Больцман, безусловно, является самым великим из мыслителей Австрии и может быть поставлен в один ряд с Ньютоном, Максвеллом и Эйнштейном. Как физик он, как никто другой, проложил дорогу для атомистики. Его труды повлияли на развитие не только физики и химии, но и биологии XX столетия.

Больцман отнюдь не был узким специалистом, а, напротив, стремился к философскому обобщению своих физических исследований. К концу жизни он интересовался философией даже больше, чем физикой. Философские воззрения Больцмана, прогрессивные и полные боевого духа, не утратили актуальности и в наше время.

Больцман был чрезвычайно разносторонним ученым, однако наибольший интерес он проявлял к теоретической физике. Так, он говорит о теоретической физике, как об «идее, заполняющей мою мысль и мою деятельность...», и продолжает: «нет жертвы, которой бы я не принес для осуществления этой идеи, составляющей содержание и смысл всей моей жизни...». Может быть здесь же уместно привести оценку, которую Больцман дает роли теории. Он говорит: «Я не был бы настоящим теоретиком, если бы в первую очередь не задал себе вопроса: что такое теория?» Ответ Больцмана гласит: «Профану прежде всего бросается в глаза, что теория мало понятна и окружена кучей формул, говорящих недоступным непосвященному языком. Однако эти формулы не являются ее сущностью, и истинный теоретик старается сократить их число до минимума: все, что только можно выразить словами, он и старается сказать словами, тогда как именно в книгах для практиков формулы фигурируют слишком часто исключительно для украшения... Я придерживаюсь того мнения, что задача теории заключается в построении существующего только внутри нас изображения внешнего мира, которое должно служить путеводной звездой во всех наших мыслях и экспериментах, т. е. некоторым образом в совершенствовании процесса мышления, в осуществлении в больших масштабах того, что в малых масштабах происходит в нас в процессе образования каждого представления».

¹ Публикуемая ниже статья австрийского ученого Э. Брода, выпустившего недавно большую монографию (E. Broda. Ludwig Boltzmann — Mensch, Physiker, Philosoph. Hrsg. Dentike, Wien, 1955), по мнению редакции, дает несколько одностороннее освещение жизненного пути и многогранного научного творчества Л. Больцмана. Деятельности Больцмана посвящен также ряд работ, опубликованных в советской литературе в последнее время (см., например, «Успехи физических наук», т. XI, вып. 1: Л. Фламм. Памяти Людвигу Больцману; Н. Н. Боголюбов и Ю. В. Саноцкий. Людвиг Больцман; Б. И. Давыдов. Великий физик (к 50-летию со дня смерти Людвигу Больцмана)).

И далее: «Почти поддаешься искушению утверждать, что совершенно независимо от ее духовной миссии теория является самым практичным началом, в своем роде квинтэссенцией практики, так как точность ее заключений не может быть достигнута никакими опытными оценками или опробованиями. Правда, учитывая скрытность ее путей, теория окажется квинтэссенцией практики лишь для тех, кто идет этими путями совершенно уверенно, ибо одна единственная ошибка в знаке может утысачерпить конечный результат теоретического анализа, в то время как эмпирик никогда не может ошибиться столь сильно».

Несмотря на то, что Больцман собирался посвятить свою жизнь теории, внешние обстоятельства вынудили его до 46 лет преподавать в высших учебных заведениях вначале математику, а затем экспериментальную физику.

В то время как в области механики и электричества Больцман придерживался уже существовавших теорий, придавая им в некоторых случаях новую формулировку или подтверждая их экспериментально, его работы в области теории теплоты являются совершенно самостоятельными. Именно здесь его талант физика проявляется в полном блеске.

Необходимо упомянуть об одном замечании Больцмана по поводу связи между наукой и практикой. Он отклонил ту концепцию, что наука обитает «в башне из слоновой кости» и теряет свое достоинство, служа практике. «Как бы ни кичилась наука возвышенностью своих целей и ни взирала с пренебрежением на технику и практику, нельзя все же отрицать, что ее источником является стремление к удовлетворению чисто практических потребностей. С другой стороны, победное шествие современного естествознания никогда не было бы столь блестящим, если бы оно не нашло в лице деятелей техники замечательных творцов нового».

В сочетании с другими дисциплинами механика, являющаяся основой машиностроения, и учение об электричестве имеют огромное практическое значение. Со времени промышленной революции не меньшую роль начинает играть исследование научных основ тепловых двигателей, т. е. теория теплоты. Значительные успехи в этой области были достигнуты еще до Больцмана. Так называемая механическая теория теплоты, впервые высказанная в XVIII столетии Даниилом Бернулли и вскоре вслед за этим сформулированная совершенно самостоятельно Ломоносовым, предполагает, что теплосодержание тела обусловлено движением его атомов. Чем быстрее это движение, тем выше температура тела.

На этой основе в середине XIX столетия Майером, Гельмгольцем, Кронигем, Клаузиусом и Максвеллом была найдена математическая формулировка первого начала теории теплоты, которое является идентичным закону сохранения энергии. Энергия за время любого процесса не исчезает. С другой стороны, энергия ни при каких обстоятельствах не создается вновь из ничего. Таким образом, сутью закона сохранения энергии (первого начала теории теплоты) является констатация, что в замкнутой физической системе величина энергии постоянна. Этот закон природы может быть выражен также в другой форме: невозможен вечный двигатель (*perpetuum mobile*), постоянно создающий энергию из ничего. Такой вечный двигатель (по причинам, которые будут рассмотрены ниже) называется *perpetuum mobile* первого рода.

Не менее важным, чем первое начало, является второе начало термодинамики, которое может быть также названо законом о неосуществимости *perpetuum mobile* второго рода. Так, не затрагивая первого закона, можно было бы представить себе работающую машину, покрывающую свою потребность в энергии при помощи теплоты из какого-нибудь резервуара. Энергия, следовательно, будет создана не из ничего, а из некоторого резервуара, например, из океана, который при этом будет охлаждаться. Если созданная

машиной энергия движения, как это обычно имеет место в земных приборах, в результате сопротивлений трения в конечном итоге снова превратится в теплоту и это тепло возвратится в океан, то, несмотря на постоянную работу машины, в состоянии системы, очевидно, не произойдет никаких изменений. Можно было бы предположить, что такая машина, если она вообще работает, могла бы продолжать работать вечно. Эта машина практически могла бы производить ту же работу, что и *perpetuum mobile* первого рода. Именно поэтому машина получила название *perpetuum mobile* второго рода. Таким вечным двигателем, например, мог бы быть корабль, получающий нужное ему количество энергии из охлаждающегося при этом океана, но отдающий эту энергию обратно океану, когда кинетическая энергия гребного вала вновь согревает океанскую воду.

Опыт многих тысячелетий показал, что *perpetuum mobile* второго рода не может быть построен. Уже в первой половине прошлого столетия известные ученые, в том числе Карно, Клаузиус, Уильям Томсон и Гельмгольц, сформулировали условия, при которых возможна работа теплового двигателя. Однако найти объяснение этих условий удалось лишь Больцману, который дал краткую формулу, впоследствии выгравированную на постаменте памятника, установленного на его могиле на Центральном кладбище в Вене.

Необходимо подчеркнуть, что Больцман своей теорией обосновал второй закон термодинамики, исходя из атомной теории, так же как это до него удалось другим физикам в отношении первого закона термодинамики. Предпосылкой для объяснения, данного Больцманом, послужили математические рассуждения о том, сколько энергии в среднем содержит каждый отдельный атом. Таким образом, с точки зрения Больцмана, к триллионам атомов должны быть применены статистические методы совершенно так же, как и для подсчета рождаемости и смертности, например, семимиллионного населения Австрии. После объяснения, данного Больцманом, отпали все сомнения относительно правильности одного из основных законов природы — второго закона термодинамики.

Объяснение второго закона термодинамики — закона об абсолютной невозможности создания вечного двигателя второго рода — являлось объективно не только наивысшим достижением Больцмана, но и занимало первое место в его мышлении. Эта проблема волновала ученого с молодости, когда в 22 года он опубликовал свои первые рассуждения в этой области, и до самой старости. Снова и снова его мысли возвращались к этому вопросу, все глубже охватывая сущность проблемы. По мнению великого немецкого физика Арнольда Зоммерфельда, никто, в том числе и Максвелл и Гиббс, не проникал так глубоко в сущность возникающих здесь проблем, как Больцман.

Знаменитый второй закон термодинамики устанавливает, в какой степени физическая система в состоянии производить работу. Вряд ли необходимо подчеркивать, какую большую роль играет понятие работы, причем оно должно быть воспринято в самом широком смысле этого слова. До сих пор речь шла только о работе, производимой тепловыми двигателями, т. е. паровыми турбинами и двигателями внутреннего сгорания. В конечном итоге гидравлическая энергия также представляет собой тепловую энергию, так как, если бы солнечное тепло не заставляло воду испаряться, гидроэлектростанциям пришлось бы прекратить свою работу. Даже вступление в атомный век не сможет умалить значения второго закона термодинамики, так как тепло используется и для работы атомных станций.

Больцман дал объяснение второго закона термодинамики на основе атомистики. Это объяснение ему пришлось защищать от ожесточенных нападок ряда ученых, отрицавших атомную теорию. К последним принадлежал в первую очередь коллега Больцмана по Венскому университету Эрнст

Мах. Этот известный физик и философ вообще не верил в существование атомов.

Стефан Мейер, ассистент Больцмана, который позднее в течение ряда лет был директором венского радиологического института, рассказывал: «Когда кто-нибудь из атомистов, которые в то время в Вене считали Больцмана своим вождем, говорил об атомах, Мах обычно прерывал его вопросом: „А вы видели хоть один атом?“»

Другим ярким противником атомной теории был лейпцигский профессор Вильгельм Оствальд. В конце прошлого столетия в Германии господствовало враждебное отношение к теории газов (т. е. к атомистике), участились нападки на эту теорию, она, как выразился Больцман на своих лекциях, «вышла из моды».

Борьба против враждебных концепций была отнюдь не легкой, как об этом писал юный Макс Планк: «Против авторитета таких людей, как Оствальд, Гельм и Мах, бороться было бесполезно». Таким образом, можно утверждать, что Мах и Оствальд на значительное время задержали развитие научной мысли.

В настоящее время нам трудно понять, каким образом в XIX и тем более в XX столетии, наряду с допущением атомов в химии, могли ужиться отрицание их в физике. Ведь еще Джон Дальтон в первые годы XIX столетия помог утвердиться атомной теории в химии. На основе атомистики Менделеев построил свою периодическую систему элементов. Целые поколения химиков писали для молекул атомистические химические формулы, в то время как в физике главенствовало отрицание атомов. По-видимому, это объяснялось тем, что еще в период промышленной революции буржуазия требовала от химиков рационального объяснения процессов, происходящих в сернокислотном, содовом и сахарном производстве, а также в доменных печах. Отрицание атомистики должно было привести к непониманию химических процессов и тем самым к материальным убыткам. Связь между физикой и промышленностью долгое время была значительно менее тесной, вследствие чего враждебные атомистике течения в физике смогли удержаться дольше.

Сторонниками атомистического учения в физике были Клаузиус, Максвелл и венские коллеги Больцмана Стефан и Лопшидт, впервые вычислившие величину атомов. Но именно Больцман больше всего сделал для утверждения атомистики. В 1897 г. он закончил свою научную статью словами: «Я думаю, что могу уверенно сказать о молекулах: а все-таки они движутся!»

Борясь за утверждение атомистики, Больцман способствовал также пониманию процессов в атомных ядрах, в первую очередь пониманию явления радиоактивности, открытой в 1896 г. Поэтому если удалось покончить с враждебными атомистике теориями Маха и его коллег и перейти к подлинно научному исследованию, то значительная заслуга в этом перед наукой и человечеством безусловно принадлежит Больцману.

Интересно отметить, что обоснование квантовой теории Максом Планком косвенно является также заслугой Больцмана, так как Планк в своей работе применил статистические принципы Больцмана для определения излучения, исходящего из тела. Таким образом, квантовая теория, разработанная в дальнейшем де Бройлем, Шредингером, Гейзенбергом, Паули, Дираком и другими физиками, в конечном итоге базируется на изысканиях Больцмана.

Перейдем теперь к его философии. Больцман пришел к философии как физик. В этом заключается одна из причин особой ценности четко сформулированных взглядов Больцмана для его современников и для будущих поколений. Он рассматривал философские учения с точки зрения ученого, ведущего теоретическую или эксперимен-

тальную работу. Философские теории, по убеждению Больцмана, должны быть подтверждены практикой.

Вместо распространенной точки зрения, что не существует ничего реального, кроме данного чувственного восприятия индивидуального человека, Больцман указывает, что этот взгляд, будучи проведен последовательно, ведет к «старому заблуждению», к «причудам» солипсизма. «Имя Беркли принадлежит весьма уважаемому английскому философу, которому даже приписывается изобретение самой большой глупости, измышленной когда-либо человеческим умом, — философского идеализма, отрицающего существование материального мира», — пишет он в университете имени Беркли в Калифорнии.

Больцман признает себя сторонником «реализма». «Идеалист сравнивает утверждение, что материя существует наравне с нашими ощущениями, с мнением ребенка, что побитый камень ощущает боль; реалист сравнивает утверждение, что невозможно себе представить, как психическое может быть изображено материальным и даже игрой атомов, с мнением необразованного человека, утверждающего, что солнце не может находиться на расстоянии 20 миллионов миль от земли, так как он не может себе этого представить. Как идеология (имеется в виду идеализм. — Авт.) является картиной Вселенной лишь для одного человека, а не для всего человечества, так, если мы распространим наши рассуждения также на животный мир и даже Вселенную, способ выражения реализма представляется мне более целесообразным, чем способ выражения идеализма».

Между прочим, в докладе, прочитанном Больцманом в Философском обществе в Вене в 1905 г., т. е. незадолго до смерти, мировоззрение, сторонником которого себя признал автор, прямо названо материализмом: «Идеализм утверждает лишь существование своего „я“, существование различных представлений и, исходя из этого, пытается объяснить материю. Материализм исходит из предположения о существовании материи и отсюда пытается объяснить ощущения».

Вполне естественно, что познавательно-теоретическая точка зрения Больцмана получила признание Ленина. В своем основном философском труде «Материализм и эмпириокритицизм», посвященном борьбе против Эрнста Маха и его сторонников, Ленин называет взгляды Больцмана по существу материалистическими. В другом месте той же книги он называет Больцмана, как и Гельмгольца, «стыдливим материалистом».

Название «стыдливый материалист» Ленин мотивирует тем, что в своих популярных работах Больцман высказывается против отрицания бога, хотя и отклоняет существование личного бога. «Безусловно, совершенно правильно, что только безумный может отрицать существование бога, — пишет Больцман, — но правильно также и то, что все наши представления о боге являются недостаточными антропоморфизмами, что, следовательно, то, что мы представляем себе богом, в том виде, в каком мы себе это представляем, не существует. Поэтому, если один говорит: „я убежден в существовании бога“, а другой: „я не верю в бога“, то, возможно, оба, не подозревая этого, имеют в виду абсолютно одно и то же. Мы не должны спрашивать, существует ли бог, пока не можем представить себе под этим словом ничего определенного, но мы должны спрашивать, с помощью каких представлений мы можем приблизиться к высшему, включающему в себя все остальное, понятию».

Эти слова производят впечатление, что Больцман имел в виду скорее пантеистическое представление, нежели обычную (традиционную herkömmliche) религию, однако в другом месте ученый отклоняет мысль о том, что он хочет нанести ущерб религии. Вероятно, эти места в произведениях Больцмана выглядят для большинства непредвзятых читателей чуждыми включениями.

С объективной точки зрения эти замечания Больцмана находятся в противоречии с его общими взглядами. В учении о природе, которого всегда и везде придерживался Больцман, нет места божественному началу, предполагаемому любой религией. Больше того, даже депистическое представление, сторонеником которого был, например, Лейбниц, о том, что при сотворении мира божество, заботясь о далеком будущем, предусмотрительно устроило все как нельзя лучше, вследствие чего в дальнейшем уже не требуется его вмешательства в мирские дела, чуждо Больцману, так как он категорически отрицает мысль о начале, о сотворении мира, называя такую мысль «безвкусной» («пошлой», «abgeschmackt»). В конечном итоге, мысль о боге, как мы сейчас покажем, находится в полном противоречии с идеями Больцмана о происхождении человека и человеческой морали.

Подчеркнутое признание Больцманом теории Дарвина было обусловлено не только его убеждением, что теория происхождения видов является ключом к пониманию процесса развития живой природы вплоть до человека, но и тем, что Больцман рассматривал под углом зрения дарвиновской теории также всю совокупность духовных процессов.

Больцман является сторонником Дарвина не только потому, что последний создал изумительную и исключительно стройную теорию. Ученый считал эволюционно-исторический способ мышления Дарвина ключом к пониманию существа истины и живости научных теорий вообще, физических теорий — в частности. Правильными являются только те законы мышления, которые в процессе развития живого вещества (организма) оказались целесообразными, будучи приспособленными к законам природы; тем самым они предоставляют человеку, как и его животным предкам, возможность поступать целесообразно.

С эволюционно-исторической точки зрения рассматриваются Больцманом также этические проблемы. По его концепции, правильными и качественными в процессе развития живой материи являются лишь те действия, которые способствуют ее дальнейшему развитию. Противоположная мораль не могла бы утвердиться ни среди животных, ни среди людей и привела бы к вымиранию соответствующих видов. Тем самым корни человеческой этики следует искать не в сознательном мышлении человека и, естественно, еще менее вне самого человека. Правда, с развитием человечества как в этике, так и в проблеме познания природы сознательное и целенаправленное мышление должно занять место несознательной и инстинктивной реакции (*stellungnahme*).

В полемике с Шопенгауэром наиболее четко выражен основной тезис Больцмана: «Поэтому этика должна ставить вопрос, в каком случае отдельный индивидуум имеет право отстаивать свою волю и когда он должен ее подчинять воле других, дабы в возможности содействовать существованию семьи, племени, всего человечества и тем самым существованию каждого индивидуума в отдельности. . . Вопрос о том, что — истина и что — ложь, рождает, в конечном итоге, не логика, не философия и не метафизика, но только — дело». «Истина — то, что направляет нас на правильные дела».

Учение Больцмана о научном познании мира было, безусловно, материалистическим. Тот факт, что наряду с научным познанием, достигаемым на основе опыта и логических умозаключений, Больцман не верит в возможность другого рода познания, мистические интуиции или откровения, явствует, например, из следующих его слов: «Моя настоящая теория коренным образом отличается от той, по которой известные вопросы находятся вне пределов человеческого понимания. Потому что, согласно этой последней теории, в этом именно заключается недостаток, несовершенство человеческой познавательной способности, тогда как я считаю само существование этих вопросов, этих проблем обманом чувств (галлюцинацией)».

Таким образом, в познании окружающего мира Больцман не уделяет богу ни малейшего места.

Больцман отклонял также мысль о вселенной, созданной богом в определенный период времени, придерживаясь мнения, что мир существует бесконечно, и, полемизируя с Клаузиусом, высказавшим идею о тепловой смерти, старался доказать, что вселенная будет существовать вечно. Отношение Больцмана к дарвинизму показывает, что он отрицал идею создания человека и вообще живой материи каким-либо божеством. Не соглашался он также с божественным происхождением человеческой морали, пытаясь научно обосновать ее возникновение.

Однако при всем уважении к Больцману необходимо сказать, что в вопросе религии он не сумел пойти на полный разрыв со своим прошлым и окружавшей его средой. К такому разрыву привело бы признание Больцманом атеизма, если бы оно было высказано со свойственными ему открытостью и темпераментом.

Во вступительной лекции по натурфилософии, прочитанной Больцманом в Вене, чувствуется оттенок проники, когда он, в возрасте 60 лет, с покорностью говорит о том, что ему, старому демократу, присваивают звание палатного советника, чтобы он полностью превратился из Саула в Павла. В католическом габсбургском государстве от ординарного профессора ожидали отнюдь не материализма. Однако, к чести Больцмана, необходимо подчеркнуть, что он не стал Павлом ни в одном из существенных вопросов. Научные и физические взгляды Больцмана, развиваясь, становились постепенно все более непримиримыми.

Он защищал свои революционные взгляды в области науки и философии, отказываясь от всяких компромиссов, восстанавливая этим против себя все большее число лиц из окружавшей его буржуазной среды.

Больцман происходил из буржуазной семьи и, в противоположность Стефану и Лощмидту, никогда не знал бедности и нужды: Благодаря своему исключительному дарованию Больцман быстро и без особых трудностей стал профессором Грацкого, Мюнхенского, Лейпцигского и Венского университетов. Его жизнь была бедна внешними событиями. Больцман всегда вращался в привилегированных слоях общества. Жизненные тяготы эксплуатируемых и бесправных людей, например, промышленных рабочих, были ему неизвестны.

В силу ряда исторических причин, связанных с привилегированным положением австрийцев немецкого происхождения, австрийская интеллигенция, особенно после поражения революции 1848 г., принадлежала к консервативному и даже к реакционному лагерю, в то время как, например, в царской России почти каждый видный представитель интеллигенции придерживался демократического образа мыслей и рано или поздно вступал в конфликт с господствующим режимом. В кругах австрийской интеллигенции, наоборот, все сильнее укоренялось мнение, что демократизация Австрии, отмена привилегий дворянства и короны, уменьшение влияния военщины, установление равноправия чехов, поляков, украинцев, словаков, хорватов, румын и итальянцев с австрийцами немецкого происхождения привели бы к развалу монархии и тем самым к утере австрийскими немцами своего привилегированного положения.

Таким образом, большинство коллег Больцмана было настроено про-австрийски или даже пангермански и в лучшем случае проявляло снисходительный скептический либерализм. Среди них вряд ли имелись настоящие буржуазные демократы или социалисты, поэтому вполне понятно, что Больцман вообще не был знаком с социализмом. Хотя идеи Больцмана имели много общего с идеями Фридриха Энгельса, труды последнего вряд ли были известны Больцману, и, весьма сомнительно, было ли ему известно даже само имя Энгельса.

Таким образом, Больцман развивал свои философские идеи совершенно самостоятельно, вопреки влиянию окружающей среды, руководствуясь лишь стремлением к правде, находясь в полной изоляции. Такие философы, как Маркс, Энгельс и Ленин, опирались на наследие революционно-демократических и социалистических мыслителей и на протяжении всей своей жизни с радостью ощущали сочувствие и интерес со стороны миллионов рабочих. Совсем иную картину мы наблюдаем у Больцмана: только в результате огромного уважения, которым он пользовался в качестве выдающегося преподавателя, а также благодаря своим достижениям в области физики, открывающим новые пути для ее развития, Больцману удалось возбудить интерес к своим философским взглядам в окружающей его, враждебно настроенной среде.

В возрасте 62 лет Больцман покончил жизнь самоубийством. О причинах, приведших его к этому, высказывалось много предположений; известным толчком, как думали некоторые, послужило впечатление Больцмана, что атомистика, за которую он боролся всю жизнь, оттесняется на задний план. Такое мнение, между прочим, было высказано лейпцигским учеником Больцмана — Яффе. В 1906 г. Гифлер писал: «Враги традиционной атомистики, руководимые Эрнстом Махом, охотно называли его (Больцмана) «последним столпом» этого смелого идейного построения, а некоторые даже пытались приписать наблюдавшиеся у Больцмана еще с давних лет признаки меланхолии тому, что он, будучи свидетелем постепенного расшатывания этого строения, не смог, несмотря на все математическое искусство, воспрепятствовать этому».

В некрологе Больцмана, написанном его коллегой по Лейпцигскому университету Де Кудром, говорится: «В предисловии к последнему тому «Кинетической теории газов» мы встречаем отзвуки настроений («мы первый привет принесли, сквозь ночь и мрак пронесенный»), которые были бы уместны в документе, заложенном вместе с фундаментом, чтобы снова увидеть дневной свет лишь через несколько столетий».

О том, что основной причиной ухода Больцмана из Венского университета в 1900 г., а также из Лейпцигского университета в 1902 г. являлось враждебное отношение Маха и Оствальда к атомистике, сообщает зять Больцмана Флямм.

В этой связи приведем также слова композитора Вильгельма Кинцля, с которым Больцман был в дружеских отношениях: «Я вспоминаю одну совместную прогулку, во время которой великий исследователь, который обычно никогда не говорил о себе, сделал мне потрясающее признание, сказав, что его последние работы, как ему кажется, почти никем не поняты. О некоторых проблемах, по его словам, он мог говорить вообще только с одним единственным человеком — с Гельмгольцем, но последний жил далеко». В 1894 г. умер и Гельмгольц.

По выражению Флямма, Больцман умер как мученик за свои идеи, причем Флямм, по всей вероятности, имеет в виду идеи Больцмана, касающиеся атомистики, но не идеи, связанные с материалистическим учением.

Проф. ГО ЦЗИН-ЧУ

(Пекин, Китайская Академия наук)

ПРОИСХОЖДЕНИЕ УЧЕНИЯ О ДВАДЦАТИ ВОСЬМИ ЗНАКАХ ЛУННОГО ЗОДИАКА

Более ста лет тому назад французский астроном Ж. Б. Био поднял в журнале «Le Journal des savants»¹ вопрос о происхождении учения о 28 знаках лунного Зодиака. Все, кто принимал участие в последовавшей затем дискуссии, считали, что индийская система лунных зодиакальных знаков — Накшатра, китайская — Сяу и арабская — Мензил имеют общее происхождение; однако осталось невыясненным, в какой стране это учение возникло. Французские ученые Био (в середине XIX в.) и Леопольд де Соссюр (в первой половине XX в.)², голландец Густав Шлегель³ и японский ученый С. Шинзо⁴ высказывались за то, что учение зародилось в Китае, немецкий ученый Л. Вебер⁵ считал его родиной Вавилон. Англичанин У. Бренанд, автор книги «Индийская астрономия»⁶, и американец Е. Берджесс⁷ утверждали, что родина этого учения — Индия. Таким образом, продолжительный спор по вопросу происхождения учения о лунном Зодиаке принял международный размах. Тем не менее вопрос все еще остается нерешенным, поскольку имеющиеся и в настоящее время фактические данные имеют слишком фрагментарный характер, и на их основании нельзя еще сделать каких-либо окончательных выводов.

Автор настоящей статьи надеется возобновить дискуссию о происхождении теории о 28 знаках лунного Зодиака, или, как говорит китайская поговорка, бросить черепок в надежде получить обратно изумруды.

Прежде чем приступить к обсуждению вопроса о том, когда же возникло в Китае учение о 28 знаках лунного Зодиака, необходимо обратить внимание на три основные особенности древней китайской астрономии⁸.

1. Наблюдение звезд в древнем Китае в основном велось с целью составления земледельческого календаря, солнечно-лунного по своему характеру.

¹ J. B. Biot. «Le Journal des savants». Paris, 1839—1840; Etudes sur l'astronomie indienne et sur l'astronomie chinoise. Paris, 1862.

² L. de Saussure. Les Origines de l'astronomie Chinoise, Nouvelle Edition. Paris, 1930.

³ G. Schlegel. Uranographie Chinoise. Leyde, 1875.

⁴ S. Shino. Researches on oriental astronomy. Shanghai, 1933, ch. 4, p. 257—286. Перев. с японского на китайский — S. Shen.

⁵ L. Weber. Vedische Nachrichten von den Naxatra. «Sitzungsberichte der Berlin Universität», 1860.

⁶ W. Brenand. Hindu Astronomy. London, 1896.

⁷ E. Burgess. The Naksatra system of the Hindus. «Journ. of the American Oriental Society», vol. 8, p. 309—334.

⁸ Coching Chu. The origin of 28 mansions in astronomy. «Popular Astronomy», vol. 55, N 2, p. 1—17, Minneapolis. Minn., USA, 1947.

Как показали раскопки у Аньяна и как известно из од «Книги песен» («Шя Цзин»), в Китае еще во времена династий Шан (1766? — 1123? до н. э.) и Чжоу (1122?—247 до н. э.) основным занятием населения было земледелие, а охота и скотоводство были лишь подсобными промыслами. Сведения о времени наступления весны и периода созревания урожая были для земледельцев жизненно необходимы, особенно на севере Китая, где зима довольно длительна и сурова. Во втором и третьем тысячелетиях до нашей эры очень важным событием считали акроникальный восход⁹ звезд центральной части созвездия Скорпиона, включая звезду Антарес, или Китайскую Огненную звезду, вблизи времени весеннего равноденствия. За появлением этого созвездия в восточной части горизонта наблюдал специальный чиновник.

Сыма Цянь утверждал¹⁰, что падение императора Ся Хо (прибл. 2598 г. до н. э.), связанное с голодом, стихийными бедствиями и нашествиями варваров, произошло из-за путаницы в счете времен года. Поэтому преемник императора Сун, Цянь-шу, назначил двух специальных чиновников, одного — для наблюдения за прохождением звезд через меридиан, другого — для наблюдения за акроникальным восходом Огненных звезд. В китайской классической книге «Цзочжуань» говорится: «Огненные звезды наблюдались над горизонтом в третьем месяце династии Ся (2205?—1767? гг. до н. э.), в четвертом месяце династии Шан и в пятом месяце династии Чжоу»¹¹.

Все это показывает, что обычай наблюдения акроникального восхода пяти звезд существовал в Китае очень давно и отвечал насущным потребностям упорядочения календарного счета времени.

2. С незапамятных времен китайский новый год начинался не от точки весеннего равноденствия, а от точки, называемой Ли-Чунь, лежащей посредине между зимним солнцестоянием и весенним равноденствием¹². В подтверждение сказанного выше можно сослаться на авторитет Сыма Цяня¹³. Выбор точки «Ли-чунь» в качестве начала года был вызван тем, что именно к этому моменту средняя температура начинает повышаться и наступает время готовиться к посевным работам. Особое значение древние китайцы придавали трем созвездиям, примерно соответствующим западным созвездиям Скорпиону, Орону и Большой Медведице. В древние времена «тело» Большой Медведицы находилось значительно ближе к северному полюсу, чем теперь¹⁴, и казалось, что «хвост» ее вращается вокруг северного полюса подобно стрелке часов. Как указывает Сыма Цянь, время года можно было определить по положению «ручки» Большого Ковша: когда вечером его «ручка» направлена на восток, в мире весна. Если мысленно продолжить «ручку» этого Ковша на 30°, мы найдем очень яркую звезду Арктур (α созвездия Волопас) или Тагуа (Большой Рог), продвинувшись же еще на 30° приблизительно в том же направлении, встретим другую звезду первой величины — звезду Спика (α созвездия Девы) или по-китайски Гуа (Рог), которая является контрольной звездой или началом Зодиака в китайской системе и которую называли Рогом Дракона. Таким образом, когда ручка

⁹ Акроникальный восход (заход) звезды — это восход (заход) ее в момент или вблизи момента захода (восхода) Солнца соответственно. Звезда в это время находится на небесной сфере напротив Солнца. — *Ред.*

¹⁰ E. Chavanne. Le mémoire historique de Sema Chien. Paris, 1895, ch. 26, Leroux.

¹¹ G. Schlegel. Uranographie Chinoise, part 1, p. 141.

¹² L. de Saussure. L'origine des Sien Toun Pao, vol. 10. Leide, 1909, p. 163—164.

¹³ Chavanne. Le mémoire historique de Sema Chien, ch. 130.

¹⁴ Точки, называемые полюсами неба, определяются как точки пересечения небесной сферы с направлением, параллельным земной оси. Это направление периодически изменяется (период изменения около 26 000 лет), так как земная ось описывает в пространстве конус, следствием чего является прецессия — предварение равноденствия. Точка равноденствия перемещается навстречу годичному движению Солнца, и, таким образом, равноденствие наступает с каждым годом все раньше. — *Ред.*

Большой Медведицы вечером указывала на восток и поднималась яркая звезда Спика, это означало, что наступает время весны или «Ли-чунь».

3. Несмотря на то, что упоминание об отдельных звездах и созвездиях, входящих в китайскую систему лунного Зодиака, например Огненные звезды (Скорпион), созвездие Птицы (Гидра), встречается еще на гадальных костях (раскопки у Аньяна, династия Шан), полный список названий 28 знаков лунного Зодиака можно найти лишь значительно позже.

Био, Шлегель, Соссюр¹⁵ и Шинзо указывали, что китайская система лунного Зодиака значительно отличается от греческой. Это отличие заключается главным образом в том, что созвездия китайского Зодиака расположены ближе к небесному экватору, чем к эклиптике, особенно к небесному экватору времен 2000—3000 гг. до н. э. Следовательно, китайская система лунных зодиакальных знаков представляла собой просто перечень ярких звезд, расположенных в экваториальном поясе, и лишь постепенно было развито учение о Зодиаке, которое вначале использовалось для наблюдения за кульминациями звезд в вечернее время, а позднее для вычисления положений Солнца и Луны.

Приняв во внимание эти факты, мы можем непосредственно обратиться к вопросу о том, когда именно китайцы стали применять свое учение о 28 знаках лунного Зодиака в качестве опорной системы для определения положения Солнца, Луны и планет. Полный список 28 лунных зодиакальных знаков не встречается ни в одной из книг китайской классики. Впервые, по-видимому, о нем упоминается в книге «Хуай Нань-цзу», написанной Лянем около 160 г. до н. э. Китайский классик Ли Гэ в главе, называемой «Яо-линь», привел список, в котором указаны 23 из 28 созвездий. Созвездия Кай (табл. 1, № 7), Чжэ (№ 13), Мао (№ 18), Цзянь (№ 21) и Син (№ 25) в этом списке отсутствовали. Однако из текста книги не ясно, существовала ли в те времена система 28 созвездий. В «Яо-линь» указаны звезды, кульминирующие утром и вечером, а также созвездия, находящиеся в соединении с Солнцем для каждого месяца (солнечный Зодиак). Дата наблюдений не указана, но можно предположить, что она падает на двенадцать дней «Чжэ», т. е. на «Ли-чунь» для первого месяца, «Чинь-и» для второго месяца и т. д. Основываясь на этих материалах и предполагая, что границы между созвездиями были уже в то время известны, японский ученый, доктор Чурно Нода¹⁶ детально изучил данные, приведенные в «Яо-линь», и пришел к выводу, что астрономические сведения, собранные в этой работе, основывались на наблюдениях, производившихся между 731 и 518 гг. до н. э. Он допускал, что угловые широты 28 Сну (28 созвездий лунного Зодиака) колебались в пределах от 2 до 33° и были известны китайцам еще около 700—500 гг. до н. э. Это предположение неправдоподобно, так как первое упоминание о широтах 28 Сну появилось лишь в книге «Хуай Нань-цзу». Кроме того, хотя и предполагается, что первые звездные каталоги были составлены Ши Шеном и Гэнь-каном в IV в. до н. э., Ло Ша-ван был первым астрономом, о котором достоверно известно, что он примерно в 104 г. до н. э. производил измерения для определения положения звезд¹⁷.

Проф. Цянь Бао-чун в статье «Происхождение 28 Сну»¹⁸ проводит различие между 28 Сну лунного Зодиака в книге «Хуай Нань-цзу» и 28 Сну

¹⁵ De Saussure. Loc. cit., p. 527—594, «Le zodiaque lunaire».

¹⁶ Churyo Noda. Studies on the Astronomical data given in Li-ki, chapter Yo-Ling. Tokyo, 1944, p. 401—610.

¹⁷ Утверждение автора, что первые достоверные работы по определению положений звезд в Китае связаны с именем Ло Ша-вана (конец II в. до н. э.) представляется нам дискуссионным. В советской астрономической литературе указывается, что первый звездный каталог составлен Ши Шеном (IV в. до н. э.). — *Ред.*

¹⁸ «Journal of Time and Mode of Thinking», N 43. Hangchow, 1947, p. 10—20.

в книге по астрономии «Ли-шу», написанной Сыма Цянем. Хотя во второй книге многие созвездия совпадают с упоминаемыми в «Хуай Нань-цзу», вся система в целом близка к небесному экватору. Цянь Бао-чун утверждает, что группа звезд вдоль экватора использовалась для наблюдения кульминаций звезд после наступления темноты, а лунный Зодиак применялся для измерения положения Солнца, Луны и планет. По его мнению, лунный Зодиак был определен позже, лишь в период «Борьбы княжеств» (403—247 гг. до н. э.). Я полностью согласен с проф. Цянь Бао-чуном относительно времени возникновения учения о лунном Зодиаке и считаю, что оно возникло лишь немного раньше написания Люй Бу-вэем книги «Лю-ци-чен-чу»; однако можно предположить, что упоминаемые Цянь Бао-чуном 28 Сигу и 28 знаков лунного Зодиака — просто два варианта одной системы.

В связи с этим интересно выяснить, когда же именно Зодиак начал впервые использоваться для определения положения Солнца у западных народов. Проф. Нейгебауер (США) в работе, посвященной вавилонской астрономии, писал: «На этот же самый период (около 450 г. до н. э.), вероятно, падает создание системы Зодиака, о которой впервые упоминается в тексте, относящемся к 419 г. до н. э. Созвездия, давшие свои имена знакам Зодиака, были, конечно, известны гораздо раньше. Определенный же большой круг, разделенный на секторы точно по 30° в каждом, указывающий движение Солнца и планет, был введен только для математических целей. В самом деле, Зодиак — это нечто иное, как математическая идеализация, необходимая и используемая только для вычислительных целей. Истинное же положение на небе сравнительно хорошо известных ярких звезд было определено еще в эпоху клинописного письма»¹⁹.

Не следует смешивать вопрос о выделении созвездий, составляющих Зодиак, с вопросом о происхождении самого Зодиака. Именно это и породило всю ту путаницу, которая имела место в прошлом. Так, например, Густав Шлегель считал, что китайская система была создана тогда, когда гелиатический²⁰ восход Огненных звезд происходил в день весеннего равноденствия, а гелиатический восход звезды Слика, контрольной звезды из созвездия Гуа (Девы), приходился на «Ли-чунь». Из этого он сделал вывод, что 28 китайских знаков Зодиака были известны в Китае еще за 14 тысячелетий до н. э. Хотя на самом деле акроникальный и гелиатический восходы Огненных звезд наблюдались в Китае с незапамятных времен, этот факт еще не может служить доказательством древности китайского учения о знаках лунного Зодиака.

Японский ученый Шинзо проделал большую работу, изучая историю астрономии по китайскому классическому наследию, и проследил на основе древних источников, как постепенно развивалось в Китае познание созвездий. Его работа «Исследования в области восточной астрономии» является монументальным трудом. Тем не менее я сомневаюсь в справедливости высказывания Шинзо относительно достоверности китайских классических книг «Яо-тянь» и «Шу-цзин», так как он, подобно Бю и де Соссюру, считал, что вечерние кульминации четырех основных звезд, о которых упоминается в книге «Яо-тянь», наблюдались во время равноденствий и солнцестояний еще в эпоху Яо, т. е. около 2300 г. до н. э. По моим же подсчетам, эти наблюдения были сделаны примерно на тысячу лет позднее²¹. Проф. Лю

Чжао Ян²² и японский ученый Хашимито²³, изучавшие ту же проблему, также выражали сомнение в достоверности сведений, приведенных в книге «Яо-тянь».

Что касается общности происхождения 28 индийских Накшатра и 28 китайских Сигу, то рассмотрение табл. 1 и 2 позволяет провести сравнение между индийской и китайской системами лунного Зодиака. Это сравнение показывает, что из 28 созвездий девять совпадают; к ним относятся № 1, 3, 13, 14, 16, 17, 18, 20 и 28 (список 1), т. е. индийские «Джогарта» — это то же самое, что и китайские контрольные звезды. Одинадцать других звезд, № 4, 5, 6, 7, 8, 12, 19, 21, 22, 23 и 24 хотя и не совпадают, но относятся к тем же самым западным созвездиям. Интересно провести сравнение между остальными восемью знаками. Китайской звезде Нюй, или Женщина (№ 10), в индийской системе соответствует α Орла вместо ϵ Водолея, а звезде Ню, или Вол (№ 9), соответствует α Лир вместо β Козерога. В настоящее время в Китае α Лир называют Чжинью, или Пряжа, а α Орла называют Цзинью, или Ведущий вола. Наиболее вероятно, что в древности китайцы, так же как и индусы, использовали в качестве ведущих звезд в системе 28 зодиакальных знаков α Орла и α Лир вместо ϵ Водолея и β Козерога, — менее ярких звезд, но расположенных значительно ближе к эклиптике. Приведенные выше факты позволяют сделать вывод, что китайская и индийская системы имеют общее происхождение.

Полученные недавно из Индии дополнительные сведения также подтверждают общность происхождения этих двух систем. Как утверждает профессор Калькутского университета П. С. Сенгупта, в брахманский период все лунные месяцы имели названия, соответствовавшие тому созвездию Накшатры, в котором в данном месяце находилась Луна в полнолунии. Когда в конце года полная Луна находилась в Накшатре «Фальгуна», то следующий за тем день считался первым днем нового года, первый месяц которого назывался «Фальгуна». В еще более раннюю эпоху весна начиналась на следующий день после того, как Луна вступала в Накшатру «Чайтра», что соответствует китайскому зодиакальному знаку Гуа²⁴. То, что в Китае и в Индии отсчет нового года вели одинаково от звезды α Девы, представляет несомненный интерес.

В статье, помещенной в Сборнике по истории науки в Южной Азии, изданном в Дели в ноябре 1950 г., доктор К. Р. Диксит²⁵ из Института наук в Бомбее писал: «В Шата Пата Брахма говорится, что звезды Криттика (Плеяд) восходят прямо на востоке, не отклоняясь от него, как другие созвездия. Поэтому в честь Криттика совершались жертвоприношения и зажигали священный огонь». Учитывая то отклонение созвездия, которое наблюдалось в 1895 г., и скорость этого движения, Диксит подсчитал, что описываемые события должны были происходить около 3000 г. до н. э. В этой связи следует отметить, что Плеяды по-китайски называются Мао, что означает «солнце на востоке», смысл такого обозначения почти полностью совпадает с мыслью, высказанной в «Шата Пата Брахма». В настоящее время индийская Накшатра начинается со знака «Асвини», но все говорит за то, что прежде она начиналась со знака «Криттика». Л. Вебер и У. Г. Уитни предполагали, что индийские знаки Зодиака Накшатра возникли раньше, чем китайские Сигу, более чем на две тысячи лет. В доказательство они приводят тот факт, что учение о Зодиаке было создано в Индии в то время, когда Накшатра «Криттика» в день весеннего равноденствия находилась в соединении

¹⁹ O. Neugebauer. The exact science in antiquity. Princeton, 1952, p. 97—98.

²⁰ Гелиатический восход (заход) звезды — это ее восход (заход) в одно или почти в одно и то же время с Солнцем. Звезда и Солнце в этот момент находятся почти в одном и том же направлении. — Ред.

²¹ C. C. Ching Chu. The age of Yao Tien as determined by the four culminating stars. «Science», Shanghai Dec., 1926, vol. 11, N 2, p. 1639—1653.

²² Liu Chao Yang. «Journal of Yen Ching University», 1916, June, N 7.

²³ Hashimoto. Ancient history of China, ch. 27.

²⁴ P. C. Sengupta. Hindu Astronomy. «Cultural Heritage of India», vol. III. Calcutta, 1940, p. 341—378.

²⁵ K. R. D. Dixit. The history of Indian astronomy. «Delhi Nov.», 1950.

Таблица 1

Китайская система лунного Зодиака Сиу

Номера китайских созвездий	Число звезд в Сиу	Греческое название *	Контрольные звезды						
			Звездная величина	восход (1900)			склонение (1900)		
				часы	мин.	сек.	часы	мин.	сек.
1. Гуа	2	α Virgo (Дева)	0.9	13	19	55	—10	38	22
2. Гэп	4	γ Virgo	4.2	14	07	34	— 9	48	30
3. Ди	4	α Libra (Весы)	2.8	14	45	21	—15	37	35
4. Фан	4	π Scorpio (Скорпион)	2.9	15	52	48	—25	49	35
5. Сянь	3	σ Scorpio	3.0	16	15	07	—25	21	10
6. Вэй	9	μ Scorpio	3.1	16	45	06	—37	52	33
7. Кай	4	γ Sagittarius (Стрелец)	2.8	17	59	23	—30	25	31
8. Дю	6	φ Sagittarius	3.2	18	39	25	—27	05	37
9. Ню	6	β Capricornus (Козерог)	3.2	20	15	24	—15	05	50
10. Нюй	4	ϵ Aquarius (Водолей)	3.8	20	42	16	— 9	51	43
11. Хуэй	2	β Aquarius	2.9	21	26	18	— 6	00	40
12. Кэй	3	α Aquarius	3.9	22	00	39	— 0	43	21
13. Чже	2	α Pegasus (Пегас)	2.6	22	59	47	+14	40	02
14. Пи	2	γ Pegasus	2.9	0	08	05	+14	37	39
15. Гуай	16	η Andromeda (Андромеда)	4.2	0	42	02	+23	43	23
16. Лю	3	β Aries (Овен)	2.7	1	49	07	+20	19	09
17. Вэй	3	δ Aries	3.1	2	44	06	+26	50	54
18. Мао	7	η Taurus (Телец)	2.8	3	41	32	+23	47	45
19. Би	8	ϵ Taurus	3.6	4	22	47	+18	57	31
20. Цзю	3	χ Orion (Орион)	3.4	5	29	33	+ 9	52	02
21. Цзянь	10	ζ Orion	1.7	5	35	43	— 1	59	44
22. Цзин	8	μ Gemini (Близнецы)	3.0	6	16	55	+22	33	54
23. Гуай	4	θ Cancer (Рак)	5.8	8	25	54	+18	25	57
24. Лю	8	δ Hydra (Гидра)	4.2	8	32	22	+ 6	03	09
25. Син	7	α Hydra	2.0	9	22	40	— 8	13	30
26. Чжан	6	Hydra		9	43	00		14	30
27. Ай	22	α Crater (Чаша)	4.2	10	54	54	—17	45	59
28. Чзинь	4	γ Corvus (Ворон)	2.6	12	10	40	—16	59	12

* Русские названия созвездий даны от редакции.

Таблица 2

Индийская система лунного Зодиака Накштра

Номера индийских созвездий	Число звезд в Накшатре	Греческое название *	«Джогарта»						
			звезд- ная ве- личина	восход (1900)			склонение (1900)		
				часы	мин.	сек.	часы	мин.	сек.
1. Асвини	3	β Aries (Овен)	2.7	1	49	07	+20	19	09
2. Бхарани	3	δ Aries	3.5	2	44	06	+26	50	54
3. Криттики	6	η Taurus (Телец)	2.8	3	41	32	+23	47	45

Таблица 2 (продолжение)

Номера индийских созвездий	Число звезд в Накшатре	Греческое название *	«Джогарта»						
			звездная величина	восход (1900)			склонение (1900)		
				часы	мин.	сек.	часы	мин.	сек.
4. Рохини	5	α Taurus	0.9	4	30	11	+16	18	30
5. Мрига	3	χ Orion (Орион)	3.4	5	29	38	+ 9	52	02
6. Ардра	1	α Orion	1.0	5	49	45	+ 7	23	18
7. Пунарвазу	4	β Gemini (Близнецы)	1.1	7	39	12	+28	16	04
8. Пушья	3	δ Cancer (Рак)	4.1	8	39	00	+18	31	19
9. Аслеша	5	ϵ Hydra (Гидра)	3.4	8	41	29	+ 6	47	09
10. Магха	5	α Leo (Лев)	1.2	10	03	03	+12	27	21
11. Пурва Фальгуни	2	δ Leo	2.5	11	08	47	+21	04	18
12. Уттра Фальгуни	2	β Leo	2.2	11	43	58	+15	07	52
13. Хаста	5	γ Corvus (Ворон)	2.6	12	10	40	—16	59	12
14. Читра	1	α Virgo (Дева)	0.9	13	19	55	—10	33	22
15. Свати	1	α Bootes (Волопас)	0.0	14	11	06	+19	42	10
16. Висаха	4	α Libra (Весы)	2.8	14	45	21	—15	37	35
17. Анурадха	4	δ Scorpio (Скорпион)	2.3	15	54	25	—22	20	14
18. Джешта	3	α Scorpio	0.8	16	23	17	—26	12	37
19. Мула	11	λ Scorpio	1.5	17	26	49	—37	01	58
20. Пурвашадха	2	δ Sagittarius (Стрелец)	2.7	18	14	36	—29	52	14
21. Уттаршадха	2	τ Sagittarius	3.3	19	00	42	—27	49	00
22. Абхиджит	3	α Lyra (Лира)	0.0	18	33	33	+38	23	05
23. Сравана	3	α Aquila (Орел)	0.6	19	45	54	+ 8	36	15
24. Дханишта	4	α Delphini (Дельфин)	3.9	20	35	00	+15	33	33
25. Сатабхиша	100	λ Aquarius (Водолей)	3.8	22	47	24	— 8	06	43
26. Пурва Бхадрапада	2	α Pegasus (Пегас)	2.6	22	59	47	+14	40	01
27. Уттара Бхадрапада	2	γ Pegasus	2.9	0	08	05	+14	37	39
28. Ревати	12	ζ Piscium (Рыбы)	5.5	1	08	30	+ 7	02	47

* Русские названия созвездий даны от редакции.

с Солнцем ²⁶, тогда как учение о 28 Сиу возникло в Китае, когда в день весеннего равноденствия созвездие Кно находилось напротив Солнца. Это, однако, недоразумение, так как китайцы с древнейших времен производили счет нового года от точки «Ли-чунь», а не от точки весеннего равноденствия, как предполагали Вебер и Уитни.

Между прочим, в книге «Яо-тянь» Плеяды упоминаются в числе четырех основных кульминирующих звезд; Бю объясняет это тем, что Солнце в ту эпоху находилось в день весеннего равноденствия в созвездии Мао.

Около двенадцати лет тому назад японский ученый Дземба Сю написал книгу под названием «28 Накшатр и возраст Ригведы»²⁷. В ней он рассмотрел различные теории, выдвинутые Бенгли, Якоби, Уитни, Вебером и Уильямом Джонсом, и пришел к выводу, что полная индийская система 28 Накшатр была разработана не раньше XIII в. до н. э.; он отвергает гипотезу проф. Шинзо о том, что учение о 28 Накшатрах было заимствовано индусами у китайцев в период Чуньцу (644—402 гг. до н. э.). В своих высказываниях он опирается в основном на индийские «Сутра» под названием «Флотиза» и «Баудхайана Краута Сутра», где сказано, что в день зимнего солнцестояния Солнце находилось в Накшатре «Дханишта», а в день летнего солнцестояния — в Накшатре «Аслеша». Я совершенно незнаком с санскритской литературой и поэтому не в состоянии судить о справедливости подобных утверждений, однако хочу отметить, что указание на древность сведений об отдельных созвездиях еще не является доказательством древности учения обо всем Зодиаке в целом.

Из всех сведений, которыми мы располагаем, можно сделать вывод, что 28 знаков лунного Зодиака стали известны в Китае довольно поздно, не раньше III в. до н. э. Поэтому нет уверенности в том, что это учение зародилось в самом Китае; возможно, что оно было заимствовано из Индии или из Вавилона. Окончательный вывод об этом сделать пока невозможно.

²⁷ 28 Nakshatra and the age of Rig Veda. June, 1943, p. 30—63. «Ригведа» — древнейшие индийские сказания. — Прим. перев.

Л. Л. ЗАЙЦЕВА, Н. А. ФИГУРОВСКИЙ

РОЛЬ ПРОФ. П. П. ОРЛОВА В ИЗУЧЕНИИ РАДИОАКТИВНОСТИ ПРИРОДНЫХ ОБЪЕКТОВ СИБИРИ И АЛТАЯ

В дореволюционной России радиоактивность воздуха, вод и других природных объектов Сибири изучалась очень мало. Сибирь, одна из наиболее отдаленных окраин страны несмотря на огромные природные ресурсы, была почти совсем неизведанной.

Отсутствие удобных средств сообщения, большая протяженность территории, глушь и тайга затрудняли поиски и исследование полезных ископаемых Сибири, в том числе ее радиоактивных богатств.

Одним из первых начал изучать радиоактивность природных объектов Сибири профессор Томского университета Петр Павлович Орлов (1859—1937)¹.

Еще в 1904 г., сразу же после назначения на должность профессора и заведующего кафедрой общей химии медицинского факультета Томского университета, П. П. Орлов приступил к подготовке проведения исследований по радиоактивности.

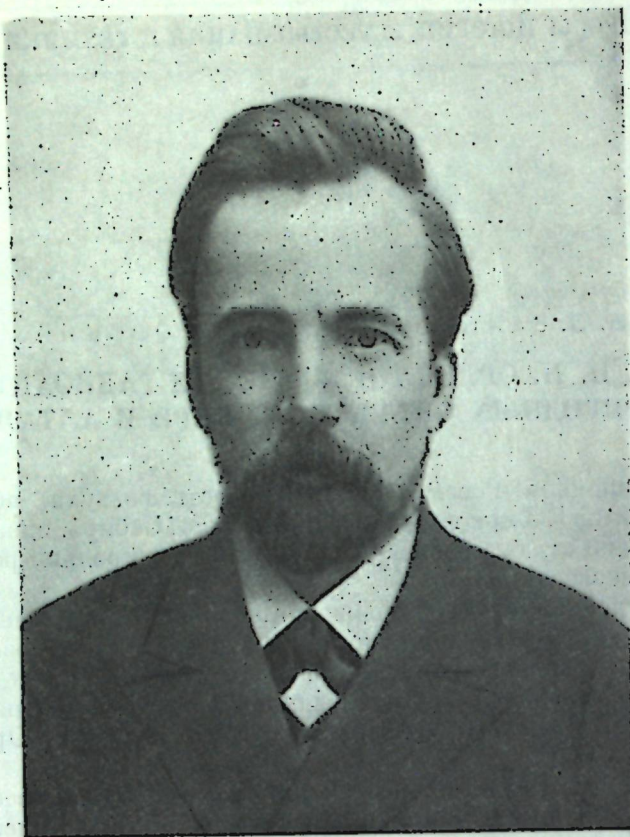
«Медиков интересует сейчас особенно радий, и воспользовавшись этим, хлопочу об отпуске денег на покупку его препарата и кой каких приборчиков, чтобы сделать об нем маленький доклад в Обществе здешнем, надеемся с Павл[ом] Прок[офьевичем] (Пилипенко. — Л. З., Н. Ф.) отыскать здесь Уг или Th минералы. . .», — сообщал П. П. Орлов о своих планах академику В. И. Вернадскому в письме от 26 декабря 1904 г.²

В Московском отделении архива Академии наук СССР нам удалось обнаружить большое число писем П. П. Орлова к В. И. Вернадскому. Эти письма свидетельствуют об огромных трудностях, с которыми сталкивался Орлов, пытаясь наладить планомерное изучение радиоактивности природных объектов Сибири и Алтая и организовать первую радиологическую лабораторию в Сибири. У Орлова не было для этого достаточных средств, да и сибирская научная общественность в тот период еще не проявляла особого интереса к явлениям радиоактивности.

И все-таки П. П. Орлов упорно занимался изучением вопросов радиоактивности и проводил необходимую предварительную работу для создания радиологической лаборатории: выписывал приборы и оборудование, собирал

¹ Биографические сведения о П. П. Орлове приведены в статьях: М. П. Орлова. Профессор П. П. Орлов — один из пионеров изучения радиоактивных веществ в России. Материалы по истории отечественной химии. Второе Всесоюзное совещание. М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 159—162; Г. Н. Ходолевич. Профессор Петр Павлович Орлов. Сообщения о научных работах членов Всес. хим. об-ва им. Д. И. Менделеева, 1951, вып. 4, стр. 29—37.

² Все приведенные ниже письма П. П. Орлова к В. И. Вернадскому хранятся в Московском отделении архива АН СССР, ф. 518, оп. 3, ед. хр. 1211.



П. П. Орлов.
(Публикуется впервые)

коллекции радиоактивных минералов, исследовал радиоактивность вод, минеральных источников, шликеров с золотых приисков, радиоактивных минералов Сибири и Алтая.

21 октября 1906 г. Орлов писал академику Вернадскому: «... начаты анализы минеральной воды; познакомился с некоторыми явлениями радиоактивности и выписываю приборы для изучения в этом направлении вод и минералов здешних...»

Исследованиями радиоактивности воздуха и минеральных источников Сибири и Алтая Орлов занимался не только в лаборатории, но и на местах. Экспедиционные работы были начаты им в 1907 г. Научное общество естествоиспытателей и врачей, существовавшее при Томском университете, периодически оказывало ему денежную помощь для организации экспедиций. В основном же экспедиционные исследования в области радиоактивности проводились за счет самого проф. Орлова³.

В 1907 г. П. П. Орлов совершил поездку в Енисейскую губернию, где провел целый ряд определений радиоактивности воздуха и сибирских минеральных вод⁴. В этих работах принимали участие студенты М. П. Орлов и Б. К. Шишкин.

³ См. стр. 4 рукописи проф. М. П. Орловой и В. П. Глебова «К вопросу об истории развития аналитической работы в Томском университете», оставшейся неопубликованной и хранящейся в семейном архиве Орловых в г. Томске.

⁴ П. П. Орлов. К вопросу о радиоактивности сибирских минеральных вод. «Изв. Ин-та исследования Сибири», 1918, т. 1, вып. 3, стр. 18—38.

Во время экспедиции в Енисейской губернии проф. Орлов исследовал озеро Иткуль и соленые озера Широ, Шунет и Доможаково⁵. Установив слабую радиоактивность воды этих озер, Орлов обнаружил, что увеличение концентрации солей не ведет к накоплению радиоактивных веществ в воде. Воды колодцев и ключей Енисейской губернии оказались более радиоактивными, чем воды озер; довольно активными оказались также воды колодцев и ключей Томска и некоторых его окрестностей. Орлов отметил, что вода реки Том, взятая зимой, обладает сравнительно большой радиоактивностью и высказал предположение, что это связано с ледяным покровом реки, затрудняющим удаление эманации из воды. Проведя измерения активности воздуха некоторых рудников в окрестностях озера Широ (Юлия, Алексеевский, Терезия), П. П. Орлов показал, что проводимость воздуха растет с глубиной шахт. Так, например, воздух в руднике Юлия на глубине 43 м оказался в 25 раз активнее воздуха, взятого на поверхности.

В дореволюционный период в Томском университете химия читалась лишь на медицинском факультете. Проф. Орлов не только читал курс общей химии, но и вел практические занятия по аналитической химии. Однако специального курса по радиоактивности П. П. Орлов не читал и систематических практических занятий по радиохимии проводить не имел возможности, так как они не предусматривались учебными планами. Ему приходилось ограничиваться лишь отдельными лекциями в курсе общей химии и докладами в научных обществах.

17 октября 1909 г. на 5-м заседании Общества естествоиспытателей и врачей при Томском университете Орлов сделал доклад на тему «Радиоактивные вещества и их нахождение в природе»⁶. Свой доклад он начал с изложения свойств катодных лучей и демонстрации опытов с трубками Крукса. Упомянув затем об открытии Рентгена, Орлов наиболее подробно остановился на исследованиях Беккереля, связанных с открытием радиоактивности, и на работах Пьера и Марии Кюри. Сообщая об основных свойствах радия, открытого супругами Кюри, докладчик демонстрировал некоторые опыты с препаратом бромистого радия, имевшимся в лаборатории общей химии Томского университета. В частности, проф. Орлов продемонстрировал явление увеличения проводимости воздуха под влиянием лучей радия. Для опыта применялись две одинаковые цепи, в которых происходил искровой разряд при приближении препарата радия. Орлов отметил, что введение в каждую цепь Гейслеровской трубки дает возможность наблюдать это явление в большой аудитории. Рассказав об опытах Рамзая, П. П. Орлов вкратце изложил теорию радиоактивного распада, принятую уже большинством ученых, работавших в области радиоактивности.

В конце доклада Орлов сообщил о методах обнаружения радиоактивных веществ и показал несколько используемых для этого приборов, а также упомянул о собственных наблюдениях над радиоактивностью воздуха, минералов и некоторых вод Сибири.

21 ноября 1909 г. на 6-м заседании того же Общества П. П. Орлов сообщил о нахождении радиоактивных веществ в Сибири⁷.

Основной причиной, побудившей Орлова заняться исследованиями радиоактивных минералов Сибири, была крайняя неизученность Сибири в этом

⁵ П. П. Орлов. К вопросу о нахождении радиоактивных веществ в Сибири. Протоколы заседаний Об-ва естествоисп. и врачей при Томском ун-те за 1908—1910 гг. Томск, 1912, стр. 86—90; Б. Ш и ш к и н. Материалы к вопросу о химическом составе воды оз. Широ, Иткуль и некоторых других озер. Томск, 1911, стр. 20.

⁶ П. П. Орлов. Радиоактивные вещества и их нахождение в природе. Протоколы заседаний Об-ва естествоисп. и врачей при Томском ун-те за 1908—1910 гг., стр. 84—85.

⁷ П. П. Орлов. К вопросу о нахождении радиоактивных веществ в Сибири. Протоколы заседаний Об-ва естествоисп. и врачей при Томском ун-те за 1908—1910 гг., стр. 86—90.

отношении. Почти совсем не были изучены месторождения радиоактивных минералов России в целом, что вызывало большие затруднения у физиков и химиков, нуждавшихся в достаточных количествах радиоактивных веществ. В своем докладе П. П. Орлов вначале сообщил результаты предварительных исследований минералов Ильменских гор, полученных им от Геологического музея Уральского общества любителей естествознания. Проведя определения радиоактивности этих минералов в приборе Эльстера и Гейтеля, он установил, что наиболее радиоактивным является самарскит, а затем идут пирохлор, эцинит, циркон и монацитовый песок.

Говоря об исследованиях минералов Сибири и Алтая, Орлов указал, что в пегматитовых жилах Тигерека и окрестностях Колыванского озера на Алтае найдено несколько радиоактивных минералов, доставленных приват-доцентом кафедры минералогии Томского университета П. П. Филиппенко. Среди них были ортит, титанит и минерал, по предварительному определению Филиппенко сходный с монацитом. Радиоактивность у этого минерала была выше, чем у смоляной руды из Иохимсталя, а также выше активности двойного сульфата уранила и калия. Исследуя образцы шлихов, Орлов установил высокую радиоактивность шлиха с прииска Неробелова на р. Аяхте Енисейского горного округа, связанную, по-видимому, с наличием в шлихе радиоактивных минералов. Орлов высказал мысль о необходимости дальнейшего изучения этой россыпи и Алтайского месторождения, указанного П. П. Филиппенко, и отметил, что, насколько ему известно из литературы, эти месторождения, очевидно, не единственные в Сибири.

4 февраля 1910 г. П. П. Орлов писал В. И. Вернадскому: «На днях я послал Вам несколько оттисков из протокола здешнего Общества с речью в память Дм. Ив. Менделеева и отчетом об заседаниях, где я докладывал кой-что насчет радиоактивности...».

Занимаясь поисками и изучением месторождений радиоактивных минералов, П. П. Орлов не прекращал исследования радиоактивности горных пород, минеральных источников и вод Сибири и Алтая.

Летом 1911 г. П. П. Орлов совместно с П. П. Филиппенко посетили Тигерское месторождение и окрестности Колыванского озера на Алтае⁸. В ортитовой сопке у Колыванского озера они добыли около пуда ортита, а в Тигерском месторождении удалось набрать всего несколько граммов монацита. По данным Орлова оба эти минерала очень радиоактивны. Попутно ученый обнаружил довольно большую активность глины у станицы Андреевской, воды ключей на восточном подножии Синюхи и почти всех источников, связанных с Тигерско-Колыванским гранитным массивом⁹. Вернувшись в Томск, проф. Орлов переработал 10 кг ортита и установил, что радиоактивные элементы концентрируются главным образом с железом. Концентрируя радиоактивные вещества при помощи BaSO_4 или через оксалаты редких земель, Орлов получил очень активный продукт, кривая падения активности которого совпадает с кривой для продуктов распада тория.

В 1912 г. директор Томского технологического института направил проф. П. П. Орлову для определения радиоактивности образец минерала, присланного Восточно-Сибирским отделом Русского географического общества. Результаты исследования минерала, оказавшегося ортитом, были настолько интересны, что Географическое общество опубликовало письмо

⁸ П. П. Орлов. К вопросу о радиоактивности Сибирских минеральных вод (поездка на Западный Алтай и обработка некоторых собранных материалов). «Изв. Томского гос. ун-та», 1924, т. 74, стр. 103—125. См. также письма П. П. Филиппенко к В. И. Вернадскому от 9 июня, 19 августа и 11 сентября 1911 г. Моск. отд-ие архива АН СССР, ф. 518, оп. 3, ед. хр. 1273.

⁹ ЦГИАЛ, ф. 468, оп. 24, ед. хр. 321, лл. 6, 18, 1914.

П. П. Орлова¹⁰. В конце этого письма Орлов писал: «Что касается исследования минералов относительно их радиоактивности, то, интересуясь изучением Сибири в этом отношении уже несколько лет, я готов и на будущее время по мере возможности содействовать выяснению этого вопроса»¹¹.

П. П. Орлов стремился пробудить интерес к исследованиям радиоактивных явлений у ученых Сибири. «Пользуясь знакомствами в Технологическом институте, стараюсь пропагандировать изучение радиоактивных веществ, хотя надо сказать, что инженеры большею частью не особенно интересуются чисто научными вопросами, но вопрос об радиоактивности, надо сказать, имеет и практическое значение и когда-нибудь дойдет и до Сибири» — писал П. П. Орлов В. И. Вернадскому.

Стараясь привлечь к изучению проблем радиоактивности своих студентов, практикантов фармацевтов и персонал лаборатории, Орлов во время чтения лекций настойчиво обращал внимание слушателей на изучение радиоактивности природных объектов Сибири.

Для ознакомления с методами исследования радиоактивных веществ в лабораторию П. П. Орлова был открыт доступ всем лицам, интересующимся радиоактивными явлениями и желающим заниматься их исследованием.

Работами Орлова заинтересовались сибирские научные учреждения, и к 1914 г. его лаборатория стала центром изучения радиоактивных веществ в Сибири.

«Сейчас и до Томска дошла волна интереса радиоактивностью, начинают интересоваться и врачи, и инженеры, и приискатели и ходят смотреть к нам коллекции (а образца ферганской руды я до сих пор нигде добыть не могу!), и один врач и инженер желают работать в лаборатории, и из глухой Сибири поступают ко мне запросы о приборах, книжках и т. п.», — сообщал П. П. Орлов В. И. Вернадскому 22—27 февраля 1914 г.

Производя летом 1914 г. исследования минеральных источников Сибири, Орлов обнаружил под Томском ряд ключей по речке Ушайке, которые оказались весьма радиоактивными (20 единиц Махе у одного из них). Заинтересовавшись происхождением активности этих ключей, он провел анализы туфняков с целью определения наличия в них тяжелых металлов¹².

Необходимо отметить, что Орлов разработал методику и аппаратуру для определения степени и природы радиоактивности минеральных источников и атмосферных газов на местах по наведенной активности¹³. Для этого свинцовая проволока, заряженная до высокого потенциала, подвешивалась прямо над источником, а затем полученный активный налет исследовался при помощи электроскопа.

17 сентября 1914 г. на заседании физико-математического отделения Академии наук академик В. И. Вернадский представил результаты исследований П. П. Орлова, посвященных определению радиоактивности шлихов из золотоносных областей Западной и Восточной Сибири¹⁴. Более подробно о проделанной работе написал сам Орлов в большой статье, опубликованной в 1915 г.¹⁵

В связи с тем, что в Сибири была широко развита добыча золота, П. П. Орлов решил исследовать образцы шлихов, получаемых при промыш-

¹⁰ Протоколы Вост.-Сиб. отд. Русск. геогр. об-ва за 1912 год. Иркутск, 1914, стр. 59—65.

¹¹ Там же, стр. 65.

¹² Письмо П. П. Орлова к В. И. Вернадскому от 20 сентября 1914 г.

¹³ М. П. Орлова. Профессор П. П. Орлов — один из пионеров изучения радиоактивных веществ в России. Материалы по истории отечественной химии. Второе Всесоюзное совещание, 1953, стр. 159—162.

¹⁴ «Изв. Акад. наук», 1914, № 16, VI серия, стр. 1157.

¹⁵ П. П. Орлов. К вопросу о нахождении радиоактивных веществ в шлихах золотоносных областей Сибири. «Тр. радиевой экспед. Акад. наук», 1915, № 6, стр. 1—52.

вании золота, предполагая наличие в таких шлихах радиоактивных минералов. Сначала Орлов обратился в Томское горное управление, а несколько позже (в 1910 г.) — в Иркутское, а также в ряд других мест и получил около 245 образцов шлихов из различных золотоносных областей Западной и Восточной Сибири. Доставленный Орлову материал представлял большой интерес. О некоторых предварительных результатах своих исследований П. П. Орлов писал В. И. Вернадскому 22—27 февраля 1914 г.: «... материал по опробованию на радиоактивность шлихов Томского, Енисейского, Зейского, Амурского, Олекминского, Западного Забайкальского, Приморского округов (всего собралось около 240 образцов) почти собрал. Выходит только очень пестро и насчет радиоактивности не густо. Затем перейду к водам, пожалуй, а об шлихах Вам пришлю для просмотра».

Изучая шлихи, доставленные из Томского горного управления, Орлов установил большую активность шлиха с Рождественского прииска (ранее — прииск Неробелова). О предварительных исследованиях этого шлиха Орлов сообщил в 1909 г., указав, что радиоактивность его обусловлена присутствием монацита и неопределенного уранового минерала, относящегося к группе инобатов. Орлов получил вначале всего 27 г шлиха с Рождественского прииска, затем в 1910 г. ему снова доставили образец шлиха, но в очень незначительном количестве, и только в 1913 г. им было получено достаточное количество промытых песков и пород из бассейна р. Аяхты. В песках П. П. Орлов обнаружил монацит и блонстрандит. Чтобы установить, в каких породах из бассейна Аяхты наиболее сконцентрированы радиоактивные вещества, он впервые применил для изучения образцов пород и минералов метод образования радиоактивных осадков, применявшийся ранее Эльстером и Гейтелем для установления природы радиоактивности воздуха и почв¹⁶. Установка, которой пользовался проф. Орлов, несколько отличалась от прибора Эльстера—Гейтеля.

Отличие заключается в том, что в большой цинковый сосуд, служивший камерой, где происходило активирование подвешенной свинцовой проволоки, заряженной до высокого потенциала, устанавливались для минералов три полки с прорезью в центре для помещения проволоки. Верхний конец свинцовой проволоки, проходящей через центральный вырез полки, прикреплялся к загнутому крючком концу металлического стержня, находящегося на крышке цинкового сосуда и изолированного от него эбонитом. Нижний конец проволоки свободно висел, не касаясь дна сосуда, на котором тоже размещались минералы. После активирования в течение суток проволока помещалась в прибор Шмидта для установления характера угасания наведенной активности. Пользуясь методом изучения наведенной активности, П. П. Орлов показал, что в гранитах, пегматитах и сланцах из бассейна Аяхты имеются соединения тория, причем в гранитах было обнаружено больше радиоактивных минералов, чем в пегматитах. Он отметил также, что, пользуясь этим методом, можно выяснить природу радиоактивности минералов по скорости затухания наведенной активности.

Таким образом, П. П. Орлов по этому признаку определял не только природу радиоактивности минеральных источников, но и характер радиоактивности минералов, предложив для этого прибор, позволявший исследовать большие количества минералов и горных пород.

«... Я попробовал исследовать породы, беря около 25 килограммов штуфов, посредством осаждения выделяемой ими эманации на проволоке с высоким потенциалом. ...

Как Вы думаете, нельзя ли этот метод использовать для ознакомления с материалом, вывозим[ым] из той или другой области, а ведь таких материа-

¹⁶ J. Elster, H. Geitel. «Phys. Zeitschrift», 1902, Bd. III, S. 305—310.

лов накопилось в музеях масса. Закатишь штуфов 50—100 в большой цинковый сосуд по Эльстеру и проволочку, изолированную тысячи две вольт, а на другой день ее исследуешь. . .», — писал П. П. Орлов В. И. Вернадскому в 1914 г. в письме от 22—27 февраля.

Метод, предложенный Орловым для изучения радиоактивных минералов, заслуживал особого внимания в связи с необходимостью проведения таких исследований в широких масштабах на огромной территории России для установления радиоактивных месторождений страны и их характера.

Подвергнув исследованию большое количество шлихов из Амурского горного округа, П. П. Орлов обнаружил значительную радиоактивность шлиха со Сретенского прииска на р. Некли, притоке Селемджи, обусловленную присутствием монацитов. Он указал на необходимость дальнейших исследований этого района и пришел к заключению, что вся восточная и северо-восточная прибрежная полоса Сибири представляет интерес в связи с возможностью нахождения там радиоактивных месторождений.

В. И. Вернадский при подведении итогов работ по изучению радиоактивных месторождений России за 1914 г. отметил, что сообщение проф. Орлова о наличии монацитов в россыпях бассейна Селемджи необходимо тщательно проверить, а район этот детально обследовать¹⁷.

Летом 1916 г. бассейн Селемджи посетил П. П. Пилипенко, который осмотрел район Сретенского прииска и провел некоторые исследования. Из его письма к академику В. И. Вернадскому от 7 декабря 1916 г. видно, что Пилипенко написал отчет об этих исследованиях. Однако найти отчет нам не удалось. Известно только, что работы П. П. Пилипенко, связанные с поисками монацитовых россыпей в бассейне Селемджи, дали скорее отрицательный результат. Проф. Пилипенко впервые в России удалось найти в районе Аду-Чилона месторождения фосфатов уранила — торбернита и цейнерита¹⁸.

В письме к В. И. Вернадскому П. П. Пилипенко писал, что летом 1915 г. П. П. Орлов должен был заниматься исследованием радиоактивности в окрестностях Томска¹⁹.

Летом 1916 г. Орлов исследовал на радиоактивность минеральные воды Восточной Сибири, главным образом Забайкалья²⁰.

После Октябрьской революции в Томском университете были открыты два новых факультета — историко-филологический и физико-математический. В результате разделения кафедры общей химии медицинского факультета на ряд специальных кафедр химическая лаборатория была передана физико-математическому факультету, где проф. Орлов стал заведовать кафедрой неорганической химии.

С 1917 г. П. П. Орлов приступил к обработке и обобщению материалов, собранных им в процессе изучения радиоактивности природных объектов Сибири и Алтая.

Осенью 1917 г. на Первом съезде врачей Томской губернии Орловым был сделан доклад, посвященный исследованиям радиоактивности сибирских минеральных вод. В 1918 г. опубликована первая глава работы «К вопросу о радиоактивности сибирских минеральных вод», содержащая описание

¹⁷ В. И. Вернадский. Краткий отчет о ходе исследования радиоактивных месторождений Российской империи летом 1914 года. «Изв. Акад. наук», 6-я серия, 1914, стр. 1384.

¹⁸ Письмо П. П. Пилипенко к В. И. Вернадскому от 23 сентября 1916 г. (Все письма П. П. Пилипенко к В. И. Вернадскому хранятся в Моск. отд-ии архива АН СССР, ф. 518, оп. 3, ед. хр. 1273); Отчет о деятельности Академии наук по физ.-мат. и истор.-фил. отделениям за 1916 г., стр. 65—70.

¹⁹ Письма П. П. Пилипенко к В. И. Вернадскому от 30 ноября 1914 г. и 23 января 1915 г.

²⁰ Письмо П. П. Пилипенко к В. И. Вернадскому от 23 сентября 1916 г.



Проф. П. П. Орлов среди своих учеников — химиков Томского университета. Томск. 1925 г. (Публикуется впервые. Подлинники фотографии хранятся в семейном архиве в Томске).

результатов экспедиции 1907 г. на оз. Широ²¹. Вторая глава этой работы, посвященная поездке на Западный Алтай, была написана в 1920 г.²² П. П. Орлов предполагал написать еще третью главу²³ об исследованиях в г. Томске и его окрестностях и четвертую — о поездке в Забайкалье, но не успел.

С 1920 г. проф. Орлов возобновил экспедиционную работу, принявшую в то время более систематический и планомерный характер. В 1920 г. по поручению Сибздрави им была организована экспедиция в Акмолинскую область для исследования соляных озер и источников в окрестностях курорта Боровое. Находясь в Акмолинской области, Орлов сильно простудился, и эта экспедиция оказалась для него последней. Однако, несмотря на тяжелое состояние здоровья, П. П. Орлов не оставлял работу, связанную с изучением радиоактивности: руководил организацией экспедиций, принимал участие в обработке собранных образцов, читал лекции.

В 1922—1923 гг. проф. Орлов прочитал студентам 3-го и 4-го курсов химического отделения Томского университета специальный курс «Радиоактивные элементы, их свойства и нахождение в природе». В это же время проводились и систематические практические занятия по радиоактивности. Программа этого специального курса, прочитанного Орловым одним из пер-

²¹ П. П. Орлов. К вопросу о радиоактивности сибирских минеральных вод. «Изв. Ин-та исследования Сибири», 1918, т. I, вып. 3, стр. 18—38.

²² П. П. Орлов. К вопросу о радиоактивности сибирских минеральных вод. «Изв. Томского гос. ун-та», 1924, т. 74, стр. 103—125.

²³ Отдельные материалы главы III работы П. П. Орлова, оставшейся незаконченной, были использованы М. П. Орловой в ее статье «Некоторые известковые и радиоактивные источники окрестностей Томска», опубликованной в «Изв. Томского гос. ун-та», 1925, т. 76.

вых в Советской стране, весьма обширна и представляет большой интерес для исследователей, работающих в области радиоактивности. В нее вошли не только разделы, охватывающие физические и химические основы радиоактивности, но и вопросы, связанные с классификацией месторождений радиоактивных минералов и с описанием главнейших месторождений радиоактивных руд России, Франции, Португалии, Англии, США, Африки и Австралии. Проф. Орлов указал своим слушателям, чем можно руководствоваться при поисках радиоактивных минералов, и, давая обзор радиоактивных минералов России, особенно подробно остановился на радиоактивных источниках и месторождениях этих минералов в Сибири²⁴.

Неутомимый исследователь Сибири, Орлов до последних дней своей жизни не бросал любимого дела и, уже будучи тяжело больным, продолжал руководить работами своих учеников.

Одну из своих статей П. П. Орлов начинает следующими словами: «Посвящаю этот небольшой труд памяти моих детей, помогавших мне в работе, а также моим слушательницам и слушателям, которые, надеюсь, при лучших условиях и лучше продолжат начатые мною исследования по радиоактивности в обширной Сибири, богатой простором и дарами природы, но бедной, в силу исторических условий, научными работниками»²⁵.

В течение многолетней научной и педагогической деятельности проф. химии П. П. Орлов занимался не только чисто химическими вопросами; он определял также радиоактивность минералов, горных пород, вод и минеральных источников Сибири, организовал в Томском университете лабораторию, ставшую еще до революции центром изучения радиоактивных веществ в Сибири, а также создал большую школу научных работников (Н. С. Касторский, М. П. Орлова, Е. П. Волочнева, Н. А. Зворыкина и др.), продолживших дело своего учителя.

* * *

Авторы выражают глубокую признательность дочери проф. П. П. Орлова — Екатерине Петровне Орловой за ценные советы и за любезно предоставленные ею фотографии и некоторые рукописные материалы, относящиеся к научной деятельности П. П. Орлова.

²⁴ Программа специального курса «Радиоактивные элементы, их свойства и нахождение в природе», прочитанного П. П. Орловым в 1922—1923 гг., хранится в семейном архиве Орловых в Томске.

²⁵ П. П. Орлов. К вопросу о радиоактивности сибирских минеральных вод. «Изв. Ин-та исследования Сибири», т. I, вып. 3, стр. 18.

Е. А. БУДРЕЙКО

УЧЕНИЕ ДАНИЭЛЯ ОБ ЭЛЕКТРОЛИЗЕ РАСТВОРОВ ЭЛЕКТРОЛИТОВ

Появление работ Джона Даниэля (1790—1845) относится к тому периоду развития электрохимии, когда ученые, основываясь на законе электрической цепи Ома (1827) и законах электролиза Фарадея (1833), переходят к количественным методам исследования. Результаты количественных исследований процессов электролиза имели большое значение как для науки, так и для практики. В частности, эти исследования способствовали более эффективному получению чистых металлов электролитическим путем.

После классических исследований Фарадея по электрохимии остался невыясненным ряд важных вопросов, касающихся природы электролиза. Некоторые из них вызвали научные споры, например, какие части растворенной кислородной соли являются переносчиками электричества, т. е. ионами, что обуславливает прохождение тока через раствор — вода или растворенные электролиты? В связи с этим вновь возник вопрос о строении кислот, оснований, солей.

Все эти вопросы в той или иной мере разрешались Даниэлем на основании исследований электролиза. О работах Даниэля упоминается в некоторых трудах Оствальда,¹ Аррениуса,² Леблана³ и других ученых. Тем не менее, насколько нам известно, исследования Даниэля не нашли должного освещения, хотя они представляют научный и исторический интерес.

Наша статья является попыткой дать более широкий обзор работ Даниэля по электролизу растворов.

В 1839 г. появилась первая работа Даниэля, посвященная количественному изучению процессов электролиза, — «Об электролизе вторичных соединений»⁴. В ней Даниэль впервые указал на определенную зависимость между объемом кислорода и водорода, выделяющихся при электролизе растворов кислородных солей, и весом образующихся у электродов кислот и оснований. «Этот вопрос, — отмечает Даниэль, — послужил источником следующего исследования («Об электролизе вторичных соединений». — *Авт.*), результаты которого вскрыли природу сложных электролитов и вторичных химических соединений»⁵.

В своих исследованиях ученый пользовался электролитическими ячейками, представляющими собой стеклянные сосуды, разделенные на две части

¹ В. О с т в а л ь д. История электрохимии. СПб., 1911, стр. 99.

² С. А р р е н и у с. Теория химии. СПб., 1907, стр. 70.

³ М. Л е б л а н. Руководство по электрохимии. М.—Л., Гос. научн. техн. изд-во, 1931, стр. 46.

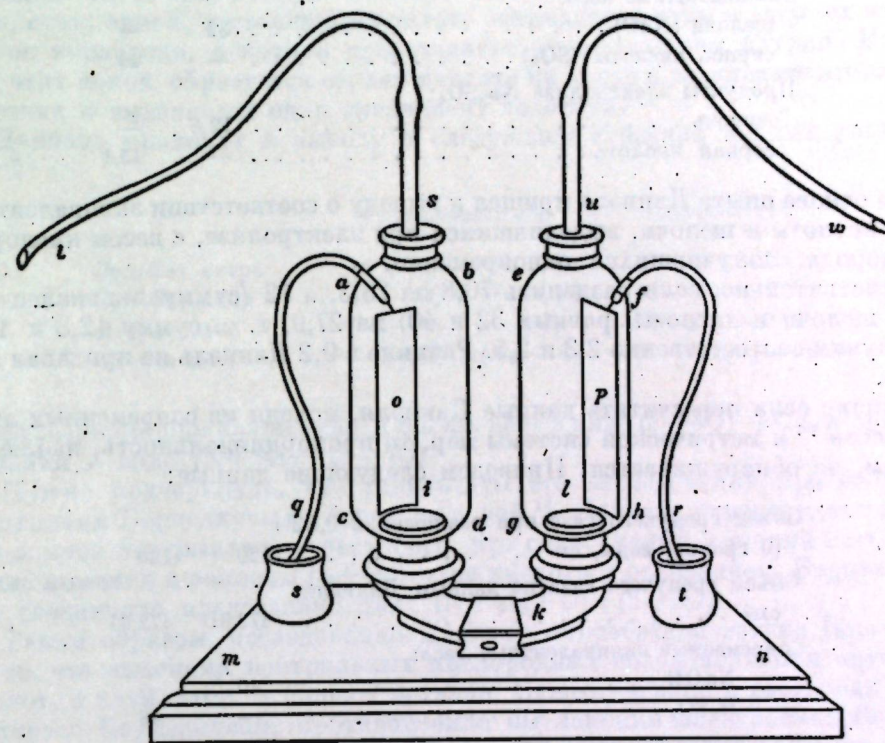
⁴ D. Daniell. On the electrolysis of secondary compounds. «Phil. Trans», 1839, vol. 129, p. 97—112.

⁵ Там же, стр. 97.

перегородкой из пористой глины. Один из применявшихся им электролизеров изображен на рисунке.

Два стеклянных цилиндра *abcd* и *efgh* разделены диафрагмой, помещенной в стеклянной трубке. Платиновые электроды *o* и *p* соединены проволокой с чашечками *s* и *t*, которые для лучшего контакта с полюсами гальванической батареи наполнены ртутью. Трубки *l* и *w* служили для отвода выделяющихся во время электролиза кислорода и водорода.

Как было принято в то время, Даниэль считал, что эквивалент воды равен 9⁶, т. е. в девять раз больше эквивалентного веса водорода, принятого



Электролизер Даниэля

за единицу. При разложении 9 гранов⁷ воды, по Даниэлю, выделялось 70,8 дм³⁸ смеси водорода и кислорода.

Первый опыт Даниэля состоял в разложении раствора сульфата натрия, помещенного в электролитическую ячейку. Эквивалентный вес серной кислоты (SO₃) Даниэль, как и Фарадей, считал равным 40, основания, NaO (натра), — 32. Даниэль обнаружил, что при образовании у катода 20 дм³ водорода у анода выделяется около 9 дм³ кислорода и одновременно с этим у соответствующих электродов появляется 12,8 гранов свободной щелочи и 15,1 грана серной кислоты.

Он писал: «Результаты этого первого опыта убедительно показывают, что разложение эквивалента воды соответствовало разложению точного эквивалента сульфата натрия, так как различие было очень незначительным»⁹.

⁶ Атомный вес кислорода в то время принимался равным 8.

⁷ Единица веса, равная 0,0622 г.

⁸ Дм³ = 1 куб. дюйм = 16,387 см³.

⁹ D. Daniell. Указ. соч., стр. 98—112.

Принимая 70,8 дм³ гремучего газа, как указывалось выше, за эквивалент воды, а 40 и 32 дм³ за эквивалентные веса кислоты и щелочи, Даниэль приводит следующие соотношения принятых эквивалентных весов и данных, полученных из опыта:

Объем гремучего газа, выделяющегося при разложении 9 гранов воды, куб. дюймы	70,8	70,8
Суммарный объем кислорода и водорода, куб. дюймы	28,3	28,3
Эквивалентные веса:		
щелочи (NaO)	32	—
серной кислоты (SO ₃)	—	40
Продукты электролиза Na ₂ SO ₄ :		
щелочь	12,8	—
серная кислота	—	15,1

На основе опыта Даниэль пришел к выводу о соответствии эквивалентных весов кислоты и щелочи, выделившихся при электролизе, с весом кислорода и водорода, получившихся одновременно.

Действительно, если разделить 70,8 на 28,3, а 72 (сумму эквивалентных весов щелочи и кислоты, равных 32 и 40) на 27,9, т. е. сумму 12,8 и 15,1, то получим соответственно 2,3 и 2,5. Разнице в 0,2 Даниэль не придавал значения.

Однако если пересчитать данные Даниэля, исходя из современных атомных весов¹⁰ и метрической системы мер, то пропорциональность, наблюдаемая им, не обнаруживается. Приведем следующие данные:

Объем гремучего газа при разложении 0,62 г (9 гранов) воды, см ³	1120	1120
Объем гремучего газа по данным Даниэля, см ³	472,61	472,61
Современные эквивалентные веса:		
NaOH	40	—
H ₂ SO ₄	—	48
Количество вещества при пересчете гранов в граммы:		
NaOH	7,68	—
H ₂ SO ₄	—	9,06

Значения дробей $\frac{1120}{472,6}$ и $\frac{88}{16,74}$ будут равны 2,3 и 5,1.

Таким образом, после проверки экспериментальных данных, полученных Даниэлем, исходя из современных атомных весов и метрической системы единиц, эквивалентности количеств кислоты и щелочи, выделяющихся при электролизе, а также кислорода и водорода нарушаются. Однако более поздние исследования показали, что отмеченная Даниэлем эквивалентность имеет место при электролизе растворов как кислородных, так и неокислородных солей. Этот вопрос рассматривается ниже.

Повторяя первый опыт с сульфатом натрия для случая, когда в цепь включался вольтметр с серной кислотой, Даниэль наблюдал почти точное совпадение количества кислорода и водорода, выделившихся в вольтметре, с количеством этих газов при разложении сульфата натрия. В последнем случае получалась также кислота и щелочь, как и в первом опыте.

¹⁰ Даниэль принимал атомный вес кислорода равным 8, серы — 16, натрия — 24.

Подобные же опыты Даниэль проделал с растворами сернокислого и азотнокислого калия, фосфорнокислого натрия и другими растворами. Полученные результаты подтверждали вывод об эквивалентности соответствующих продуктов электролиза. Обобщая свои наблюдения, Даниэль писал: «Во всех опытах вода разлагается в то же самое время, когда кислота и щелочь соли появляются в эквивалентных количествах с кислородом и водородом на соответствующих электродах. Мы не можем допустить, что после разложения воды там остается избыток силы, пригодной для разложения соли; но мы не можем считать, что сульфат натрия является электролитом, производящим это. Ионы, которые не были, однако, ни кислотой, ни основанием соли, суть: анион, состоящий из одного эквивалента серы и четырех эквивалентов кислорода, а катион представляет металлический натрий. Из них, т. е. этих ионов, образуется серная кислота на аноде в результате вторичного действия и выделяется один эквивалент водорода»¹¹.

Даниэль приходит к выводу о следующем строении водных растворов солей:

	Химическая формула	Электролитическая формула
Сульфат натрия . . .	(S + 3O) + (Na + O)	(S + 4O) + Na
Сульфат калия . . .	(S + 4O) + (P + O) ¹²	(S + 4O) + P
Натрат калия . . .	(N + 5O) + (P + O)	(N + 5O) + P
Фосфат натрия . . .	(P + 2 ¹ / ₂ O) + (Na + O)	(P + 3 ¹ / ₂ O) + Na ¹³

Строение сернокислой меди Даниэль дает в виде (S + 4O) + Cu, а сульфата аммония в виде (N + 4H) + (S + 4O).

Нужно подчеркнуть, что результаты его исследований противоречили воззрениям Берцелиуса на строение солей¹⁴. Даниэль отмечает, что данные его опытов показывают, в частности, что сернокислый аммоний есть соединение аммония с анионом (S + 4O), а не кислоты с основанием. Берцелиус же это соединение представлял так: (N + 4H + O) + (S + 3O).

Таким образом, исследования Даниэля опровергали взгляд Берцелиуса на то, что анионами нейтральных кислородных солей являются ангидриды кислот, а катионами — окислы металла. Существование в растворах ионов, принятое Берцелиусом, противоречило бы законам электролиза Фарадея. Так, например, если принять точку зрения Берцелиуса на строение ионов сернокислого натрия в растворе, то для соответствия с опытными данными Даниэля необходимо было бы допустить, что при электролизе этой соли происходит двойное электролитическое действие: разложение воды на кислород и водород и разложение соли на эквивалентные количества щелочи и кислоты. Это противоречит закону электролиза Фарадея. Чтобы привести опытные данные в соответствие с законами электролиза Фарадея, Даниэль высказал мысль о том, что кислород и водород при разложении щелочных солей образуются за счет вторичных электродных процессов.

Такой точки зрения на процессы, происходящие во время электролиза растворов кислородных щелочных солей, придерживались многие ученые

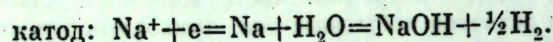
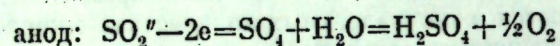
¹¹ D. Daniell. Указ. соч., стр. 108.

¹² Знаком «Р» обозначался атом калия.

¹³ D. Daniell. Указ. соч., стр. 109.

¹⁴ В 1833 г. Фарадеем в электрохимию было введено понятие об ионах как положительных и отрицательных частях молекул электролитов. Берцелиус на основании своей дуалистической теории за положительные ионы кислородных солей принимал окислы металлов (основания), а за отрицательные — ангидриды кислот (кислоты). Так, например, ионами сернокислого натрия NaO·SO₃, по Берцелиусу, являлись: NaO — катион, SO₃ — анион. Фарадеем полностью разделил точку зрения Берцелиуса.

XIX и начала XX в. Так, Оствальд в «Историй электрохимии»¹⁶ использует идею Даниэля для того, чтобы объяснить выделение кислорода и кислоты у анода, водорода и щелочи — у катода. По Оствальду, при электролизе раствора сернистого натрия на электродах происходят следующие реакции:



Идея Даниэля о вторичных электродных процессах сыграла в свое время положительную роль в деле утверждения законов электролиза Фарадея. Процессы же, происходящие при электролизе кислородных солей, оказались более сложными, чем это представлял Даниэль. В выяснении этих процессов большое значение имели работы Леблана.

В 1891 г. вышла работа Леблана «Электродвижущие силы поляризации»¹⁶, положившая начало новому направлению в учении об электродных процессах. Леблан установил, что растворы различных электролитов различаются по величине напряжения тока, названного им «числом разложения», обуславливающего начало выделения тех или иных ионов на электродах. Леблан установил, что растворы оснований и кислородных кислот, имеющие одну и ту же концентрацию, обладают примерно одним и тем же числом разложения, близким к 1,7 в. Этот факт привел Леблана к выводу, что на электродах происходит один и тот же процесс — разложение воды, в результате чего образуется кислородно-водородный элемент с электродвижущей силой, равной примерно 1,7 в. Следовательно, для разложения кислот и оснований необходимо приложить потенциал, равный электродвижущей силе кислородно-водородного элемента.

Потенциалы разложения растворов различных кислородных солей, как это обнаружил Леблан, очень отличаются один от другого. Экспериментальные данные, полученные Лебланом, показали, что потенциалы разложения многих солей, в частности ZnSO_4 , CdSO_4 , NiSO_4 , Na_2SO_4 и др., выше потенциала разложения воды, т. е. при определенном напряжении, меньшем потенциала разложения этих солей, на электродах будут разряжаться только элементы воды — H^+ и OH^- .

Данное исследование Леблана послужило толчком к выяснению действительной природы процессов, сопровождающих электролиз различных электролитов.

В настоящее время считают, что электролиз водных растворов всех солей следует рассматривать как случай электролиза «в присутствии двух катионов M^+ и H^+ »¹⁷, так как сама вода диссоциирует на ионы H^+ и OH^- . Выделение того или иного металла на катоде из раствора какой-либо соли определяется его положением в ряду напряжения металлов. Так, из раствора CuSO_4 будет выделяться медь, ибо она в ряду напряжения стоит ниже водорода. На аноде же в этом случае будут разряжаться ионы гидроксидов, ибо разряд ионов SO_4^{2-} требует очень высокого потенциала¹⁸.

Какие же процессы происходят при электролизе солей типа сернистого натрия?

Ввиду того, что все щелочные и щелочноземельные металлы в ряду напряжения стоят выше водорода, из водных растворов их солей на катоде будет

¹⁶ В. Оствальд. История электрохимии. СПб., 1911.

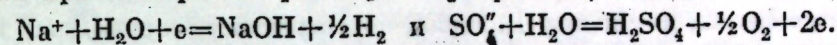
¹⁶ M. Leblanc. Die electromotorischen Kräfte der Polarisation. «Z. f. phys. Chem.», 1891, Bd. 8, S. 299—330.

¹⁷ Н. А. Изгарышев, С. В. Горбачев. Курс теоретической электрохимии. М., 1951, стр. 372.

¹⁸ С. Глестон. Введение в электрохимию. М., 1951, стр. 569.

выделяться водород, а на аноде разряжаться ион гидроксидов: $2(\text{OH})^- = \text{H}_2\text{O} + \frac{1}{2}\text{O}_2 + 2e$. В результате этих процессов на аноде получится определенное количество кислорода, которое будет эквивалентно количеству водорода на катоде, а количество щелочи у катода будет эквивалентно количеству кислоты у анода.

А. И. Бродский в работе «Физическая химия»¹⁹ дает суммарную схему реакций при электролизе раствора Na_2SO_4 так:



Таким образом, на основе новой научной теории был подтвержден вывод Даниэля об эквивалентности кислот и оснований, водорода и кислорода, выделяющихся во время электролиза растворов кислородных солей.

Необходимо также отметить, что вопрос о конечных продуктах электролиза различных соединений очень сложен. Тщательные экспериментальные исследования в его решении играют первостепенную роль²⁰.

Опыты Даниэля показали, что при электролизе растворов солей перенос электричества обуславливается последними. Действительно, исходя из представлений Даниэля о вторичных электродных процессах, можно видеть, что вода не принимает участия в переносе электричества. Если бы вода, как это следует из опытов ученого, принимала участие в переносе электричества, то не было бы строгой пропорциональности между продуктами электролиза, выделяющимися у электродов. Воззрение Даниэля о вторичных электродных процессах было прогрессивным для развития учения об электролизе, ибо привлекало внимание ученых к рассмотрению состояния растворенных солей.

Представление Даниэля о роли ионов солей в переносе электричества через растворы близко к современным воззрениям на этот процесс. Так, Глестон во «Введении в электрохимию» пишет: «Необходимо отчетливо различать ионы — переносчики тока к электродам, и ионы, которые разряжаются на электродах. Перенос тока в растворе определяется концентрациями и скоростями всех видов ионов, присутствующих в растворе, тогда как процесс разряда определяется концентрацией только тех ионов, для разряда которых потенциал в рассматриваемый момент времени имеет достаточную величину»²¹.

Результаты исследований Даниэля явились также подтверждением водородной теории кислот, выдвинутой Гэмфри Дэви (1778—1829) в 1815 г. при изучении кислородных соединений иода²². Тогда Дэви пришел к выводу, что «действие водорода... связано с кислотными свойствами соединений»²³.

Даниэль был убежденным сторонником теории Дэви. Он писал:

«Гипотеза Дэви заключается в том, что кислородные соли имеют аналогичное строение, что и бинарные соединения хлора и металлов, и что водные кислоты могут рассматриваться как гидрокислоты. Так, muriевая кислота²⁴ поэтому есть соединение простых радикалов хлора и водорода, или $\text{Ch} + \text{H}$, водная серная кислота является соединением радикала и водорода, или

¹⁹ А. И. Бродский. Физическая химия, т. II. М.—Л., 1948, стр. 777.

²⁰ Д. П. Семенов, К. Г. Ильин. Об одном неправильном выводе М. Леблана. «Научные труды Новочеркасского политех. ин-та», т. 34 (46). Ереван, 1956, стр. 61.

²¹ С. Глестон. Введение в электрохимию. М., Изд-во иностр. лит., 1951, стр. 562.

²² H. Davy. Some experiments on a solid compound of iodine and oxygen and its chemical agencies. The collect. works, vol. 2. London, 1840, p. 492—502.

²³ Там же, стр. 502.

²⁴ Термин «муриевая кислота» является отголоском того периода развития химии, когда считалось, что хлор представляет окисел неизвестного радикала «мурия». Хлористый водород, по Берцелиусу, есть соединение «оксимуриевой кислоты» (хлора) и воды. Мы видим, что выражение «муриевая кислота» Даниэль употребляет вместо «соляная кислота». Знаком «Ch» обозначали в то время атом хлора.

(S+4O)+H. Когда муриевая кислота действует на натриевую щелочь, образуется вода и хлорид натрия, или $\text{Ch}+\text{Na}$. Когда водная серная кислота действует на натриевую щелочь, также образуется вода и двойное соединение радикала и натрия, или $(\text{S}+4\text{O})+\text{Na}$. Общее положение, которое он предложил, состояло в том, что радикал, который может быть или простым или сложным, как хлор и (SO_4) , образует кислоту с водородом и соль с натрием или другим металлом»²⁵.

Многие факты, по мнению Даниэля, подтверждают теорию Дэви, в частности результаты проведенных им опытов.

К выводу о водородном строении кислот незадолго до Даниэля пришел также немецкий химик Либих при изучении строения органических солей. Либих открыл так называемые многоосновные кислоты, существенные свойства которых можно было объяснить, только исходя из водородной теории²⁶.

В результате исследований Либиха, Даниэля и некоторых других ученых того времени водородная теория кислот получила более широкую известность.

В 1844 г. вышла работа Даниэля «Дополнительные исследования по электролизу вторичных соединений»²⁷, написанная в соавторстве с Миллером. В ней подводятся итоги первых исследований Даниэля по изучению электролиза вторичных соединений. Даниэль и Миллер на основании предыдущих опытов пришли к выводу, что все нейтральные металлические соли разлагаются электрическим током на катион металла и элементарный или сложный катион кислоты. Если катион после осаждения на катоде взаимодействует с водой (как, например, Na), то на нем выделяется щелочь и эквивалентное количество водорода. Когда же «металл принадлежит к тому классу, который не разлагает воду, то он просто осаждается на катоде»²⁸.

Одновременно с осаждением катиона на катоде анион кислоты осаждается на аноде, и если этот анион принадлежит кислородной кислоте, то у анода в результате вторичных реакций образуется кислота и выделяется эквивалентное количество кислорода. При простом анионе (например, хлоре, йоде) последний осаждается на аноде, давая простое вещество.

Интересно отметить, что Даниэль и Миллер, указывая на возможность существования сложных катионов типа NH_4 , предполагают, что органические соединения имеют тоже сложное строение катионов²⁹.

В этой работе Даниэль и Миллер впервые отметили изменение концентрации электролитов вблизи электродов. Они высказывают мысль, что это происходит за счет различных скоростей движения ионов под влиянием тока³⁰.

Идея Даниэля и Миллера о различных скоростях движения ионов была обоснована и развита в 50-х годах XIX в. немецким ученым Вильгельмом Гитторфом, который с 1853 г. проводил серию исследований по переносу ионов в растворе. Его исследования «О переносе ионов во время электролиза»³¹ регулярно печатались в «Annalen der Physik» по 1859 г. включительно.

Изучая электропроводность растворов электролитов, Гитторф установил, что изменение концентрации электролита вблизи электродов находится

²⁵ D. Daniell. Указ. соч., стр. 111.

²⁶ I. Liebig. Über die constitution der organischen Säuren, «Ann. der Pharmacie», 1838, Bd. 26, S. 113.

²⁷ D. Daniell. Указ. соч., стр. 1—19.

²⁸ Там же, стр. 10.

²⁹ Там же, стр. 18.

³⁰ Там же, стр. 19.

³¹ W. Hittorf. «Ann. der Physik», 1853, Bd. 89, S. 177; 1856, Bd. 98, S. 1; 1858, Bd. 103, S. 1; 1859, Bd. 106, S. 337 u. 513.

в зависимости от скорости передвижения ионов. Своими опытами он доказал, что эта скорость имеет различную величину.

Гитторф впервые ввел понятие числа переноса, т. е. той доли общего количества электричества, которая переносится катионом и анионом при прохождении электрического тока через данный раствор. Используя точные методы определения чисел переноса, Гитторф нашел величины этих чисел для многих электролитов.

Учение Гитторфа о числах переноса ионов окончательно опровергло воззрение Берцелиуса о том, что положительным ионом солей кислородных кислот является окисел металла, а отрицательным — ангидрид кислоты.

Таким образом, Даниэль на основании количественных исследований электролиза впервые показал несостоятельность воззрения Берцелиуса о составе ионов кислородных соединений.

Работы Даниэля способствовали распространению и утверждению водородной теории кислот.

Н. А. ГРИГОРЬЯН
РАЗВИТИЕ ИДЕЙ И. М. СЕЧЕНОВА
В ТРУДАХ А. Ф. САМОЙЛОВА

В ноябре 1955 г. в нашей стране широко отмечалось 50-летие со дня смерти И. М. Сеченова. Созданная им школа оставила чрезвычайно богатое научное наследие; на трудах И. М. Сеченова учились многие физиологи и врачи. Учение Сеченова в настоящее время разрабатывается во многих физиологических лабораториях нашей страны, особенно в ленинградских. Изучая историю школы И. М. Сеченова, нельзя пройти мимо деятельности одного из его талантливых учеников — известного советского электрофизиолога А. Ф. Самойлова.

В данной статье затрагиваются только те стороны научной деятельности А. Ф. Самойлова, в которых ясно видна преемственная связь его идей с идеями И. М. Сеченова.

* * *

Одной из характерных особенностей школы И. М. Сеченова было то, что он требовал от своих учеников основательной подготовки в области физики и химии. А. Ф. Самойлов имел предварительную подготовку по физике и математике. Он учился на физико-математическом факультете Новороссийского университета и ему было предложено специализироваться по математике. Но призвание его было иное, он тяготел к естественным наукам и поэтому перешел на медицинский факультет Дерптского университета (ныне Тарту). Подобно Сеченову, Самойлов считал, что «физико-химическими методами можно разгадать механизм живого существа»¹. В дальнейшем он преодолел этот односторонний подход. Так же как и Сеченов, Самойлов на примере творчества Гельмгольца показал как может обогатить науку удачное сочетание физики и физиологии. «Физик и физиолог, — говорит Самойлов, — нередко нуждаются во взаимной помощи при своих научных занятиях... Отрадное и возвышающее чувство испытывает всякий, кто при чтении сочинений Helmholtz'a дает себе отчет в том, как физик Helmholtz является верным и надежным товарищем и постоянным руководителем физиолога Helmholtz'a во всех его замыслах, как, с другой стороны, физиолог Helmholtz своим интересом к живому будит и расширяет кругозор физика Helmholtz'a»².

Таким образом, мы видим, что учитель и ученик с самого начала исследовательской деятельности были сторонниками зародившегося в середине XIX в. физико-химического направления в физиологии.

¹ А. Ф. Самойлов. Helmholtz (Гельмгольц) как физиолог. «Казанский мед. журнал», 1922, т. XVIII, № 1, стр. 4.

² Там же, стр. 3.



А. Ф. Самойлов.
(Из личного архива А. Ф. Самойлова).
Публикуется впервые

Именно влечение к глубоким физико-химическим исследованиям в области физиологии сыграло решающую роль при переходе Самойлова из Института экспериментальной медицины в Московский университет, в лабораторию Сеченова.

В этой связи представляет интерес письмо Сеченова Самойлову, в котором Сеченов писал: «Что же касается до подготовки себя к предстоящей деятельности, то единственное, что я могу посоветовать, — это освежить в памяти физику»³.

Успехи инструментальной физики дали необходимые условия для создания новой области физиологии — электрофизиологии. За границей развитие научной электрофизиологии нашло отражение в трудах берлинского профессора Дю-Буа-Реймона, у нас — в работах Сеченова. Первым курсом лекций Сеченова в Медико-хирургической академии, по получении им кафедры, был курс о животном электричестве, опубликованный отдельным изданием в 1862 г. В 1866 г. вышла его книга «Физиология нервной системы», явившаяся как бы дальнейшим развитием его мыслей, высказанных в лек-

³ Письмо И. М. Сеченова к А. Ф. Самойлову от 2 июня 1894 г. (хранится в архиве А. Ф. Самойлова у А. А. Самойловой).

циях по животному электричеству. Сеченов организовал первую в России электрофизиологическую лабораторию, из которой в дальнейшем вышли такие выдающиеся электрофизиологи, как Н. Е. Введенский, В. Ю. Чаговец и А. Ф. Самойлов. Благодаря трудам этих ученых советская электрофизиологическая школа получила всемирную известность.

В дальнейшем, на основе главным образом указанных выше двух работ Сеченова, мы постараемся показать, что идеи, высказанные в этих работах, были творчески развиты Самойловым в новых условиях.

Начиная со второй половины XIX в. (благодаря быстрому и успешному развитию электрофизиологии), многие электрофизиологи, в том числе и Дю-Буа-Реймон, склонялись к мысли о физической природе нервного возбуждения, в пользу которого говорил факт «неутомляемости» (точнее — поразительно малой утомляемости) изолированного нерва лягушки в выполнении им своей функции — проводить импульсы возбуждения.

Дю-Буа-Реймон сводил явления нервного возбуждения и мышечного сокращения к чисто физическому процессу — движению молекул. Он даже создал электро-молекулярную схему отрезков нервов и мышц, которую оставалось только перенести на эти органы. «Гипотезой Дю-Буа, — писал Сеченов, — достигался результат, еще небывавший в физиологии: целый ряд явлений сводился на молекулярное устройство производящего их органа, и неудивительно, что тогда казалось уже близким время, когда для науки перестанут быть тайной сущность нервного возбуждения и акт мышечного сокращения. Вскоре, однако, явились возражения... было доказано несходство такого электродвигательного сочетания с устройством мышечного и нервного волокна»⁴. «Гипотеза Дю-Буа об электромолекулярном устройстве мышцы и нерва, — отмечал И. М. Сеченов, — несовершенна, ... но в самом развитии ее... образец физического метода исследования в физиологии»⁵.

Н. Е. Введенский также придерживался взгляда, что в основе процессов возбуждения лежат чисто физические процессы (в 1901 г. он установил неутомляемость нерва). Сеченов, напротив, считал, что в основе нервной деятельности лежат химические процессы взрывного характера. В «Лекциях о животном электричестве» Сеченов говорил: «... строгое физическое исследование свойств нерва навело нас на ряд мыслей, касающихся самых интимных, самых существенных сторон процесса нервного возбуждения»⁶. Далее, развивая эту же мысль, Сеченов говорил, что исследование природы нервного возбуждения «становится отчасти проблемой химической»⁷.

Спустя четыре года в «Физиологии нервной системы» (1866) Сеченов прямо указывал, что процесс возбуждения в своей основе имеет химические изменения. «Переход нерва от покоя к деятельности, — говорил он, — может служить намеком на то, что последнее состояние связано с химическими переворотами внутри нерва»⁸. Развивая ту же мысль, Сеченов отмечал тесную связь «между химическими актами в нервной ткани и разбираемым физиологическим качеством ее (т. е. возбуждением. — Авт.)»⁹. Или: «Как же понимать после всего сказанного свойство нерва производить токи? Всего естественнее думать, что они являются как результат химических процессов в ткани нервного волокна, происходящих в том направлении, которое характеризует живой орган»¹⁰.

⁴ И. М. Сеченов. О животном электричестве. СПб., 1862, стр. 53.

⁵ Там же, стр. 42.

⁶ Там же, стр. 100.

⁷ Там же, стр. 194.

⁸ И. М. Сеченов. Физиология нервной системы. СПб., 1866, стр. 21.

⁹ Там же, стр. 73.

¹⁰ Там же, стр. 36.

Идея Сеченова о химических основах процессов нервного возбуждения получила блестящую творческую разработку в трудах Самойлова и в дальнейшем развивалась советскими и иностранными учеными.

Первое выступление Самойлова по данному вопросу относится к 1924 г. В сборнике, посвященном 75-летию И. П. Павлова, была напечатана статья Самойлова «О переходе возбуждения с двигательного нерва на мышцу». В этой работе Самойлов первым показал, что переход возбуждения с двигательного нервного волокна на мышцу включает в себя химический компонент. Эта задача была им разрешена благодаря применению тонкой электрофизиологической техники.

Помещая нервно-мышечный препарат в особую камеру, позволяющую в течение эксперимента изменять в ней температуру, Самойлов измерил скорость проведения нервного импульса по нерву и в промежуточном звене (от нерва к мышце) при различных температурах. Иначе говоря, он пытался определить температурный коэффициент нервного волокна и промежуточного звена, исходя из известного закона Вант-Гоффа и Аверариуса о том, что при повышении температуры на 10° скорость химических реакций увеличивается в два-три раза; скорость же физических процессов при таком же повышении температуры увеличивается меньше, чем вдвое. Упомянутые опыты показали, что температурный коэффициент для передаточного звена равен 2,37. Отсюда вывод: передача нервного возбуждения от нерва к мышце является химическим процессом.

Однако это явление происходит не только на границе между нервом и мышцей. Теорию химической передачи нервного возбуждения Самойлов распространяет и на другие случаи. «Обобщая, — продолжает Самойлов, — мы могли бы дальше сказать, что везде, где нет слияния между пограничными клетками и где процесс возбуждения должен перейти с одной клетки на другую, будь то синапса (Synapse) Sherrington'a в центральной нервной системе, будь то граница между эфферентными нервными волокнами и эфферентными органами, мы поймем особенности передачи возбуждения, и потерю во времени, и односторонность передачи, и суммирование и др., если примем, что из двух соприкасающихся клеток одна выработала в себе способность выделять раздражающее вещество, а другая — способность реагировать на это вещество»¹¹. Однако А. Ф. Самойлов не ограничился только изучением химической природы процессов возбуждения. Со времен И. М. Сеченова изучение процессов торможения становится традиционной темой русской физиологии. Самойлов берется за выяснение интимных сторон процессов торможения. Он устанавливает наличие особого тормозящего вещества при развитии процессов торможения. В 1926 г. он выступает на XII Международном конгрессе физиологов в Стокгольме с докладом на тему: «О характеристике спинального торможения рефлексов у депербрированных кошек». В этой работе, выполненной совместно с М. А. Киселевым, показано, что при торможении в синапсах выделяется тормозящее вещество. Ту же мысль Самойлов развивает в работе «О переходе возбуждения с клетки на клетку»¹².

Все эти исследования были проведены методами электрофизиологии. Результаты, полученные Самойловым, были подтверждены Шеррингтоном и целым рядом исследователей, но уже другими методами и в других условиях.

В 1929 г. Самойлов на торжественном заседании Российского общества физиологов, посвященном 100-летию со дня рождения Сеченова, выступил с докладом «И. М. Сеченов и его мысли о роли мышцы в нашем познании природы», в котором отмечал, что глубокая физиологическая мысль И. М. Сеченова помогает понимать многие стороны нервно-мышечной физио-

¹¹ «Сборник, посвященный 75-летию акад. И. П. Павлова». Л., 1924, стр. 81.

¹² «Naturwissenschaft in der Sowjet-Union», Berlin, 1929.

логии и физиологии центральной нервной системы и что особый интерес представляют работы Сеченова о роли мышц в познавательной способности человека. Самойлов в своей речи дал глубокий и всесторонний анализ работ Сеченова, посвященных учению о мышцах, и поставил задачу собрать воедино и сопоставить все высказывания Сеченова по данному вопросу (это не было сделано самим Сеченовым), а также показать как идеи Сеченова помогают разобраться в сложной координированной деятельности человека.

А. Ф. Самойлов вскрывает содержание сеченовского «темного мышечного чувства», «тягучего мышечного чувства»; он показывает, что мышца — это поистине анализатор времени и пространства, эту функцию она выполняет потому, что, будучи рабочим органом, мышца одновременно является и органом чувства, связанным с центральной нервной системой и с другими органами чувств, прежде всего со зрением и слухом.

Речь Самойлова произвела глубокое впечатление на академика И. П. Павлова. Он был в восторге от содержания и формы доклада и несколько раз повторял: «Я не знал, что вы такой замечательный оратор»¹³.

И. М. Сеченов считал, что высшую нервную деятельность надо изучать в развитии, т. е. ставил вопрос об эволюции высшей нервной деятельности, который связывал с эволюцией чувствительности. На это обстоятельство обратил внимание Самойлов, впервые четко определивший связь и взаимозависимость чувствительной и локомоторной функций организма¹⁴. Он поставил вопрос: какова история образования рефлекторной дуги в ходе развития животных форм, какое из трех звеньев рефлекторной дуги явилось родоначальником простого рефлекса? «... Ответ может быть, — говорит он, — только такой: сначала должна была появиться мышца, ибо первоначальное появление воспринимающей части без возможности реагировать было бы для животного бесцельным и бесполезным»¹⁵. Далее Самойлов дает блестящий анализ эволюции рефлекторной дуги.

Совместно со своим учеником М. А. Киселевым Самойлов развивает дальше учение о проприорецепции, или, как он его называет, учение о «темном мышечном чувстве».

На основе электрофизиологического исследования четырехглавой мышцы им удалось объяснить процессы пластичности ригидной мышцы и связанные с ней реакции укорочения и удлинения. В результате применения новых электрофизиологических методов Самойлов дает анализ сложных рабочих движений человека и указывает, что электрофизиология открывает обширное поле для исследования не только в области теоретического знания, но и в области физиологии и гигиены труда.

Самойлов ставит чрезвычайно интересный вопрос о развитии антагонистической (реципрокной) иннервации мышц, связывая его с основными свойствами материи — ее массой и инерцией.

Свои мысли в области дальнейшего развития мышечной физиологии он заканчивает словами: «И если поэтому когда-нибудь физиология будет строить мост между субъективным и объективным, то это прежде всего случится в порядке исследования мышц»¹⁶. Но из учения Сеченова о мышцах вытекает еще один из центральных вопросов физиологии — вопрос о генезисе

¹³ Биография А. Ф. Самойлова, написанная А. А. Самойловой. Рукопись хранится у А. А. Самойловой.

¹⁴ Д. А. Б р ю к о в. Эволюционные идеи в трудах И. М. Сеченова. «Физиол. журн. СССР», 1956, № 1, стр. 24.

¹⁵ А. Ф. С а м о й л о в. И. М. Сеченов и его мысли о роли мышц в нашем познании природы. «Научное слово», 1930, № 5, стр. 58.

¹⁶ Там же, стр. 55.

и развитии ритма и ритмических процессов в центральной нервной системе, которому Самойлов также придавал очень большое значение.

В 1882 г. Сеченов, используя данные электрофизиологии того времени, установил наличие спонтанных колебаний электрического тока в продолговатом мозгу. Такие ритмические колебания в центральной нервной системе возникали также под влиянием постоянного длительного раздражения (например, при раздражении нервных окончаний слабым раствором HCl). Сеченов эти спонтанные колебания тока связывал с двигательными импульсами, возникающими в продолговатом мозгу. Далее он наблюдал, что с усилением раздражения «спонтанные разряды, ослабевая и замедляясь, переходят при более сильном раздражении в покой, длящийся минуты»¹⁷.

Вопрос о ритмических колебаниях в настоящее время приобретает особенное значение, ибо установлено, что вся деятельность животных организмов носит циклический характер (исследования Цвардемакера, Перна, Болдырева).

Идея связи между ритмикой в центральной нервной системе и двигательными актами, высказанная Сеченовым в самой общей форме, была в дальнейшем блестяще развита Самойловым, который в своих докладах и статьях неоднократно обращался к этому вопросу. О ритмике в центральной нервной системе он говорил в речи, посвященной 100-летию со дня рождения И. М. Сеченова, писал в статье «Кольцевой ритм возбуждения» и, наконец, обобщил свои соображения по этому вопросу в обширном докладе на IV Всесоюзном съезде физиологов в Харькове (1930 г.). Самойлов прямо указал, что мышца (следовательно, периферические аппараты) сама по себе наделена ритмической способностью, она «в состоянии самостоятельно, без всякого участия центrostремительных импульсов, развивать все необходимое для акта движения иннервации мышц»¹⁸. Самойлов показал, что возникновение ритмики в деятельности животных организмов основано на принципе обратной связи. Эта, а также ряд других интересных мыслей, развиваемых Самойловым в статье «Кольцевой ритм возбуждения», приобретают особое значение в связи с новой наукой — кибернетикой.

¹⁷ И. М. Сеченов, Н. Е. Введенский, И. П. Павлов. Физиология нервной системы, вып. 1, Медгиз, 1952, стр. 135.

¹⁸ А. Ф. С а м о й л о в. И. М. Сеченов и его мысли о роли мышц в нашем познании природы, стр. 60.

А. Н. ИВАНОВ

В. Н. ТАТИЩЕВ КАК ИССЛЕДОВАТЕЛЬ КАРСТОВЫХ ЯВЛЕНИЙ

Изучение пещер и других характерных для карстовых областей образований представляет интересную, но, к сожалению, мало освещенную главу в истории геологии. Лишь на первый взгляд изучение карстовых явлений может показаться узко специальным вопросом, не имеющим прямого отношения к истории научного мировоззрения. При ближайшем рассмотрении выясняется, что сведения, накопленные человечеством о пещерах, подземных водах и минеральных источниках, играли существенную роль в развитии представлений о происхождении, строении и геологической жизни Земли, о кругообороте воды в природе, о химических процессах в земной коре.

В литературе по карсту вообще и в специальных работах по истории изучения карста в России¹ в частности обычно отмечаются описания пещер, сделанные исследователями второй половины XVIII в. — П. И. Рычковым, И. И. Лепехиным, П. С. Палласом, Н. П. Рычковым и др. О изучении карстовых явлений в первой половине XVIII в., если не считать обычных ссылок на описание Кунгурской пещеры в книге Страленберга², мы почти никаких сведений не находим. Некоторые данные о наблюдениях В. Н. Татищева, В. И. Геннина и И. Ф. Гмелина имеются лишь в последнем издании книги «Карст» Н. А. Гвоздецкого (1954), а в статье Е. Н. Косвинцева³ даются сведения о материалах по Кунгурской пещере в «портфелях Миллера». Приводимые ниже сведения по изучению карстовых явлений В. Н. Татищевым (1686—1750) должны хотя бы отчасти восполнить существующий в литературе пробел.

Касаясь исследований по карсту в первой половине XVIII в., необходимо учитывать некоторые теории и представления о строении Земли и происхождении ее поверхности, характерные для того времени.

Представление о существовании огромных подземных пустот и каналов, ведущее начало еще от Аристотеля, сохраняется и в XVIII в. Происхождение пустот многие ученые XVIII в. связывали с выгоранием подземных горючих материй. Образовавшиеся при этом газы иногда прорывают «земной череп» — возникают вулканы и горы. Чаще газы, заключенные в пустотах, лишь колеблют и сотрясают мощные своды и вызывают землетрясение. В соответ-

¹ М. А. Зубащенко. К истории исследования карста Восточно-Европейской равнины. Изв. Воронежск. гос. пед. ин-та, 1948, т. X, вып. 2.

² P. I. Strahlenberg. Das Nord-und Ostliche Theil von Europa und Asia. . . Stockholm, 1730.

³ Е. Н. Косвинцев. Кунгурская ледяная пещера (по Миллеру). «Материалы по исследованию Камского Приуралья», вып. 1., Пермь, 1928.

ствии с этим взглядом, происхождение пещер в XVIII в. объяснялось действием подземного огня.

Согласно космогонической теории Декарта, под покровом земной коры первоначально находилась вода, которая при разломах и обрушениях коры вытекала наружу. В результате возникали крупные неровности и внутренние пустоты. Значительное количество воды продолжало оставаться под землей.

Наряду с этой теорией сохранили влияние взгляды английских ученых XVII в. Бурнета и Вистона, считавших, что горы и пещеры являются следствием катастрофического воздействия библейского потопа.

В популярной литературе XVIII в. обычно подчеркивается катастрофическое происхождение пещер, образующихся под действием подземного огня, вод потопа или размыва глины и песков. В «Зрелище природы и художеств», ч. III (1784), говорится, например, следующее: «Пещеры делаются от оседания или размытия, причиняемых отменными переменами, как-то подземным огнем или водами, которые, проникая в горы, отторгают и уносят с собой землю и песок, силы их противиться не могущих». Почти то же самое можно прочесть и в «Магазине натуральной истории, физики и химии», ч. III (1788). Обе книги составлены по иностранным источникам.

Под влиянием народных сказаний некоторые авторы склонны были рассматривать отдельные пещеры как искусственные сооружения. Например П. И. Рычков полагал, что огромная пещера на р. Белой сделана человеческими руками⁴.

Большие споры велись в XVII и XVIII вв. по вопросу о кругообороте воды в природе. Испарение воды с поверхности океана считалось недостаточным для того, чтобы объяснить возникновение материковых вод. По гипотезе Декарта, вода из океана подземными ходами течет к горам. Под влиянием подземного жара происходит испарение. Пары поднимаются внутри гор в расщелины и пещеры, охлаждаются, конденсируются и дают воду, которая вытекает из гор в виде ключей и питает реки. Подобные идеи высказывались еще древнегреческими и древнеримскими мыслителями⁵.

О проникновении морской воды в пещеры и скважины говорится в «Беседах на шестоднев» Василия Великого. Это произведение в переложении стало известно на Руси по крайней мере с XIII в. Неудивительно, что в русских былинах мы встречаемся также с представлением о подземном сообщении суши с морем.

Натечные образования в пещерах не могли не привлекать к себе внимания. Они описывались под именем «капельников», «пакипей». Считалось, что они образовывались из воды, насыщенной «каменной материей». Эта вода лишь проникает в пещеры. Само же образование пещер редко объясняется растворяющей деятельностью воды.

Поводом к изложению наблюдений по карсту для Татищева послужило сказание сибирских народов о мамонте как подземном звере, который будто бы ходил под землей, а там, где он прошел, образовались рвы и ямы. С этим сказанием Татищев познакомился в 1720 г. на Урале, куда он был послан Петром I начальником уральских и сибирских заводов. В Кунгуре ему указывали на ямы, которые якобы возникли как провалы над подземными ходами мамонта. Татищев осмотрел эти ямы и выяснил их происхождение.

Результаты исследований он кратко сообщил в «Письме о мамонте», опубликованном в 1725 г. на латинском языке в Швеции, а затем в перера-

⁴ П. И. Рычков. Описание пещеры, находящейся в Оренбургской губернии по реке Белой. Соч. и перев., к пользе и увеселению служащие, т. XI, 1760.

⁵ Д. И. Гордеев. Основные этапы отечественной гидрогеологии. «Тр. Лабор. гидрогеол. проблем». М., Изд-во АН СССР, 1954.

ботанином виде — в России, в «Примечаниях на ведомости» за 1730 г. Уже в этих статьях Татищев ясно высказал мнение, что пустоты и провалы в известняках Кунгурского уезда возникли вследствие деятельности подземных вод.

«Письмо о мамонте» Татищев написал по просьбе шведских ученых во время своего пребывания в Швеции, где он был в 1724 г. В письме⁶ Татищев описывает кости мамонта, сообщает, где они находятся в Сибири, что думают о мамонте ученые и местные жители. Закончив описание костей черепа мамонта, которые ему довелось видеть, Татищев пишет, что рвы, которые, как говорят, делает животное, шагая под землей, — это, «бесспорно, подземные ходы и проходы, выдолбленные под землей падением подземных вод, откуда и произошли неожиданные провалы, и на поверхности получились неровности. Изучая подобный ров в Пермии, я узнал, что под известковой горой пронесется бурное течение, но глубже, чем я осмелился спуститься на канате; однако шум текущей воды достаточно указывал, что здесь протекает большая река. Этот ров вообще был выше 10 сажень. В имении Серьга, которым владеет барон Строганов, вырывается из земли большая речка и несет беловатые и воюющие воды в таком количестве, что они движут постоянно и одинаково водяную мельницу, снабженную четырьмя камнями, и не увеличиваются и не уменьшаются; даже в весеннее время, когда все воды поднимаются, невозможно было заметить, что что-нибудь изменяется. Я исследовал содержание этой воды, но ничего не нашел кроме извести»⁷.

Приблизительно то же самое о результатах осмотра «следов зверя», но с упоминанием Кунгура, Татищев сообщил в «Примечаниях на ведомости» за 1730 г. (ч. 82, стр. 329). Однако статья Татищева «О мамонтовых костях» на русском языке была напечатана в изложении И. Гмелина, который не всегда точно передавал мысли Татищева.

Обе статьи были встречены с большим интересом в России и за границей. Но все внимание привлек главный предмет статей — мамонт. Впрочем, Слоан⁸, подробно излагая в своей статье содержание латинского письма Татищева, находит особенно примечательным то, что автор после исследования — «ходов мамонта» — пришел к выводу, что они — результат действия воды.

Гораздо полнее и обстоятельнее Татищев изложил свои наблюдения и выводы по карсту в новом варианте статьи о мамонте. Эта статья, написанная в 1730 г., не была опубликована. Лишь незначительная ее часть в изложении Гмелина была напечатана в 1732 г. в «Примечаниях на ведомости». Полный рукописный текст статьи в копии, правленной самим Татищевым, хранится в Архиве Академии наук СССР⁹.

Четырнадцатый параграф этой статьи специально посвящен карстовым явлениям. Приводим его полностью, сохраняя орфографию оригинала.

«§ 14. Смотрел тех рвов, что обыватели именуют ходом сего зверя, в разных многих местах, которые редко долги, но как более круглые суть. Глубиною не равны: сажени на две, другие же сажень до пяти и глубже. В которых местах очень часто и в прямой черте ям 6 и более обретаются. Подлинно не знающему причины не без удивления быть может. Причина ж тому сия есть. Оные поля или леса в Пермии и Угории, где наиболее тех ям я видел, суть на плоских высоких горах и от рек текущих саженими 10 до 20 выше.

⁶ Перевод письма сделан доцентом Ярославского педагогического института им. К. Д. Ушинского Ф. Ф. Грищенко.

⁷ V. Tatischev. Epistola ad D. Ericum Benzellum de mamontowa kost. . . , «Acta Literaria Sueciae Upsaliae publicata», II, 1725—1729, p. 41—42.

⁸ H. Sloane. An Account of Elephants Teeth. . . , «Philosophical transactions», vol. XXXV. London, 1729, p. 467.

⁹ Архив АН СССР, разр. II, оп. 1, № 207, лл. 174—203.

Земли сверху пещаные. Вниз имеют известной или гипсовый камень. Снега и дожди бывают великие. От чего вода в малых ложинах собравшаяся стоит долго не имея стоку, уходит сквозь песок даже до одного камня, по которому, когда в глыб проитит не может, ище в сторону прохода. И тако от многих сокупившихся капель делается поток под землею и выносит с собою легкие частицы земли, а наипаче одного известного камня водою вынести не трудно. И от того внизу делаются пустоты и верхняя земля обваливается. Сему в доказательство видел я разные 4 места.

1) Близ города Кунгура у реки Сылвы есть пещера великая под землею в известном камне в долготу ходу по горе близ версты есть. Внутри она суть такие места пространные, якобы великие палаты или. . . , а другие узкие и едва проходимые скважины. В одном месте есть стоячее очень чистое озеро величиною поперек сажень 7 и глубоко. Ис одного течет малой проток под землею, а в току в него широкое пещерою не видно. Но собирается [вода] самыми малыми жилками сверху по стенам, которого и видеть не можно — токмо что везде мокро.

В бытность мою учинился над оною на поле великой провал. И когда внутрь оной посылал осматривать, то явилось, что оное обвалилось в ту пещеру и один проход засыпало.

2) В вотчине баронов Строгановых близ городка их Серги на запад в половине горы к реке Сылве учинился обвал до воды подблем колодезя, в котором хотя бы для темноты сверху видеть воду не мог, но течение не малое, реке подобное в глубине около 10 сажень под землею довольно слышен и бросанием камня уверился, что вода не малая. Для паров же от воды встающих с огнем опустится было не можно. От того места через луг сажень до двух сот видимо в реке Сылве со стороны оной быстрота не малая реку в кручение приводит. Однакож того притока по берегу не видимо.

3) Близ того же села к востоку при основании горы на низком месте вышла из под земли именуемая Сарга вдруг бес прибавки наружных потоков так велика, что вблизи одного места построена мельница; непрестанно 4 колеса ворочать без нужды может. Вода же она очень бела и когда поставишь палку то вскорости известью покрывается. Сей воды. . . я на огне и отстаивал в кляниках на солнце. Явило не малое число извести для которого ни какое животное оной употреблять не может, ибо запах противен есть.

4) В Кунгурском уезде в селе Ключах на половине горы на песчаном месте вышли в близости один от другого 4 родника так велики, что на каждом по колесу мельничному непрестанно работают. Вода же сия есть чиста и вкусом приятна. Против одного на полуночной стороне при самой реке Иргине вниз горы из крепкого камня вышел не малой ключ серной, где некоторые хотели серной завод построить. Сия вода хотя прозрачности, но бела и так жестоко смердит, что иногда под ветром за версту тяжело ощутительно.

5) Иргина река не малая в близости одного места вышла вдруг из горы серого камня.

6) Река Ирень текущая подле города Кунгура, по которой не малые суда ходить могут, в которой вода хотя светла, но так противна вкусом, что скоты пить не могут. И в домовом употреблении, ежели что сварить, то будет мутно и горко. А причина тому та, что во оную многие реки, не таких известных мест вышедши, выпадают. . . »¹⁰.

Как данный параграф, так и приведенный выше отрывок из латинского «Письма» написаны Татищевым на основании наблюдений, сделанных им во время первого пребывания на Урале с 1720 по 1724 г. Наблюдения пропо-

¹⁰ Архив АН СССР, разр. II, оп. 1, № 207, лл. 178—179.

дильсь во многих местах «Перми» и «Угорни»¹¹. Но главные факты, как видно из текстов, собраны в Кунгурском уезде¹².

Татищев не просто описывал пещеры и провалы как примечательные явления, что делали многие ученые и в его время и после него, а исследовал целый комплекс явлений в их связи и взаимной обусловленности.

В итоге своих исследований Татищев сформулировал ряд важных положений, которые лишь много позже вошли в науку как основные положения карстоведения.

Татищев установил, что провалы, происходящие над пещерами, имеют обычно в очертании форму округлых ям и совсем не похожи на рвы. Он не только видел старые ямы, но и наблюдал провалы и образование новых ям над Кунгурской пещерой и близ г. Серьги.

Он открыл, что провальные ямы и пещеры возникают не везде, а «на плоских высоких горах», которые под поверхностными водопроницаемыми слоями «имеют известной или гипсовый камень».

Образование пустот в известняках и гипсе является, по мнению Татищева, следствием действия воды. Атмосферная вода, «не имея стоку», на плоских возвышенностях «уходит» вглубь, достигает известняка или гипса и «выносит с собою легкие частицы» этой земли. Хотя Татищев не говорил прямо о растворении, но «вынос легких частиц» означает не столько смыл, сколько растворение. Что речь идет именно об этом, видно из того, что Татищев устанавливает далее наличие извести в прозрачных водах источников и рек в районе пещер.

Следует заметить, что для описываемого Татищевым процесса в научном языке XVIII в., как правило, не применялось слово «растворение». Даже во второй половине века в аналогичных случаях М. В. Ломоносов¹³ и И. И. Лепехин¹⁴ употребляют слово «разведение», а не растворение. Под растворением обычно понимали процесс взаимодействия двух тел, при котором «происходит новое сложное тело из сих существ, соединенных и сопряженных между собою». Например, кислота «растворяет» металл и получается «средняя соль». При «разведении бывает только простое отрешение цельных частей разведенного тела, так, что не происходит из сего никакого нового сложное тело»¹⁵. Например, «разведение средней соли» в воде.

Татищев подметил и описал в Кунгурском уезде выходы «из горы» мощных источников типа «воклюз» у г. Серьги и у с. Ключи. При этом он отметил постоянно режима этих источников независимо от времен года.

По предположению Татищева, некоторые подземные потоки могут скрыто впадать в реку ниже уровня воды в ней. При этом «быстрота не малая реку в кручение приводит», как наблюдал это Татищев на р. Сылве близ г. Серьги.

Он констатировал в Кунгурском уезде обогащение воды многих рек и источников известью и другими веществами и объяснял это явление впадением

¹¹ Провинция, лежащая к востоку от Урала и «древле именуемая Угорни, а по новому разделена на две и зовутся Екатеринбургская и Верхотурская» (В. Н. Татищев. Избранные труды по географии России. М., Географиз, 1950, стр. 49).

¹² Татищев бывал в Кунгурском уезде неоднократно и подолгу. Приехав на Урал в 1720 г., он пробыл в Кунгуре с выездами в Соликамск и другие пункты с 30 июля по 25 декабря. Затем был в Кунгуре летом 1721 г. после поездки в Тобольск, где видел кости мамонта. В январе 1722 г., перед поездкой в Москву, Татищев был в Кунгуре. Возвратившись из Москвы 20 октября 1722 г., он вместе с В. И. Голицыным осматривал рудники в Кунгурском и Соликамском уездах. Летом 1723 г. снова был в Кунгуре и Соликамске и вернулся в Уктус лишь в октябре.

¹³ М. В. Ломоносов. О слоях земных и другие работы по геологии. М.—Л., Госгеолгиздат, 1949, стр. 180.

¹⁴ И. И. Лепехин. Записки путешествия академика Лепехина, ч. III. Полн. собр. учен. путешеств. по России, т. IV. СПб., 1822, стр. 15.

¹⁵ «Магазин натуральной истории, физики и химии», ч. III. М., 1788, стр. 128.

подземных вод, несущих с собой известь, серу и другие вещества. Неоднократно в своих работах Татищев приводил в пример р. Ирень¹⁶.

Получив книгу Страленберга¹⁷, Татищев сделал по ней множество критических замечаний, составивших обширную рукопись. О содержащемся в XII главе книги описании Кунгурской пещеры он отмечал, что автор «Описует Кунгурскую пещеру весьма неправильно, ибо видимо, что он сам в ней не был но слыша написал. Я же сам в ней был и ныне нарочно посылал чертеж учинил, которое ни мало не согласует. После того оное описание и чертеж особно сообщу»¹⁸.

Весьма обширная XII глава книги Страленберга представляет описание примечательных мест, «натуральн, курьезитетов, древностей», перечисленных в алфавитном порядке. Под словом «пещера» (стр. 371) мы читаем: «Удивительные подземные ходы, созданные природой, имеются в двух верстах от города Кунгура, в Угорни, в крутом и высоком берегу реки Сылвы, состоящем из мягкого алебаstra, из которого русские жгут гипс и в котором есть различные квартиры (помещения) и пещеры с признаками того, что в прежние времена в них обитали до сотни семей. Этот подземный ход имеет, пожалуй, 6 верст или милю в длину и половину того в ширину». Таково «первое описание» Кунгурской пещеры, так часто цитируемое различными авторами. Объяснение буквенных обозначений, сделанных на помещенном в книге плане пещеры (табл. 19), вызывает много недоумений. По Страленбергу, например, получается, что наиболее обширные площади в пещере освещены дневным светом, а литерой N обозначена даже «большая площадь, где растет трава и разные цветы» (стр. 372).

Упомянув пещеру близ устья Оби и сделав смелое предположение, что название «Печора» происходит от пещер, Страленберг дает содержательное описание пещеры на берегу Енисея между Красноярском и Абаканом. Эту пещеру он посетил в феврале 1722 г. Страленберг наблюдал в пещере тысячи ледяных «сосулк» шестигранной формы и высказал свое мнение о их происхождении (стр. 373). Вероятно, ту же пещеру впоследствии посетил и описал И. Гmelin¹⁹.

Предполагая, что Страленберг не был в Кунгурской пещере, Татищев не знал, откуда он получил ее чертеж. Теперь нам известно, что Страленберг воспользовался чертежом С. У. Ремезова (1663—1715). Это убедительно показано А. И. Андреевым²⁰. Страленберг жил в Тобольске с 1711 по 1721 г. Здесь он встретился с Д. Г. Мессершмидтом и затем под его начальством путешествовал в 1721—1722 гг. по Сибири. Мессершмидт из Тобольска прислал в Петербург ряд рапортов. К одному из них²¹ приложен «Чертеж Кунгурских пещер» и четыре чертежа «чуждого» письма, совпадающие с теми, которые находятся в «Служебной чертежной книге» Ремезова. Те же чертежи Кунгурских пещер и «чуждого» письма воспроизведены в книге Страленберга. Мессершмидт и Страленберг воспользовались для своих работ также мно-

¹⁶ В. А. Варсонофьева по поводу качества воды в этой реке также замечает, что «значительная растворимость гипсов обогащает воду Ирени содержанием солей и делает ее мало пригодной для питья» (В. А. Варсонофьева. Карстовые явления в северной части уральского плоскогорья. «Землеведение», 1915, кн. IV, стр. 68).

¹⁷ Капитан шведской армии Ф. Н. Табберт (Страленберг) в битве под Полтавой, в 1709 г., попал в плен и вместе с другими шведскими офицерами был выслан в Сибирь, где пробыл до 1722 г. На основании собранных в Сибири материалов и личных наблюдений Страленберг по возвращении на родину издал книгу «Das Nord- und Ostliche Theil von Europa und Asia...» Stockholm, 1730.

¹⁸ Библиотека АН СССР, «Рукописное отделение», шифр 17, 9, 7 (прим. 105 к стр. 371).

¹⁹ I. G. Gmelin. Reise durch Sibirien. Theil I. Göttingen, 1751, S. 376.

²⁰ А. И. Андреев. Очерки по источниковедению Сибири XVII в. Л., Изд-во Глав. совморпути, 1939.

²¹ Архив АН СССР, ф. 98, оп. 1, № 21, лл. 102—107 (рапорт № 4).

гими другими чертежами и картами Ремезова, получив их, вероятно, у детей последнего.

Очевидно, что неудовлетворительное описание Кунгурской пещеры у Страленберга побудило Татищева сделать более точное ее описание и чертеж. Слова «и еще нарочно посылал», по-видимому, нужно понимать: в 1736 г., так как вариант примечаний на книгу Страленберга, из которого мы привели замечание о пещере, составлен Татищевым в указанном году, когда он вторично был на Урале в должности начальника горных заводов.

Были ли чертеж и описание пещеры пересланы в Академию наук и сохранились ли они в Архиве Академии наук или другом архиве, нам установить не удалось.

Кунгурская пещера уже во времена Татищева считалась достопримечательностью. По словам И. Гмелина, бывшего в Кунгуре в 1733 г., пещеру «обыкновенно осматривают все любопытные путешественники»²².

О том, насколько точна точка зрения Татищева была передовой по сравнению с господствовавшими представлениями о пещерах и их происхождении, можно судить по следующему факту. В учебнике физической географии Г. Крафта (1739) и во втором его издании (1764), вышедшем под редакцией Ф. Эпинуса, о пещерах сказано лишь следующее: «Так называемые пещеры не иное что суть, как подземные проходы, которые по большей части бывают в каменных горах, простираются иногда глубоко и произошли может быть во время потопа, когда камень выступившею водою подняло, и один на другой наклало; некоторые приписывают другим причинам, как например: землетрясению, размытию водой и проч. В немецкой земле есть пещера, так называемая Бауманская, которая для чрезвычайной величины примечания достойна. В Италии есть также пещера, называемая собачья...»²³.

Эпинус снабдил этот текст Крафта своим примечанием, в котором говорится лишь о сталактитах. Образование пещер он не касается, оставляя в силе сказанное Крафтом.

Кроме Кунгурской, Татищеву были известны и другие пещеры России. В плане географического описания Сибири²⁴ под номером 32 значится особый параграф — «Пещеры». Но этот параграф остался ненаписанным. В тексте статьи Татищев называет лишь три пещеры: «1) При реке Оби или паче Тазовской губе, где впадает река Надым, в горе высокой, именуемая Надымская пещера, с разными входами и внутри пространная, в которой часто остижки близ живущие бывают. 2) Страленберг показывает при реке Енисее между Абаканска и Красноярска в берегу. 3) Избрант в Езде своей сказует при Байкале пещеру, из которой дым и огонь выходит, но о сих последних надлежит обстоятельное уведомиться». Прочие пещеры Татищев описывает вместе с уездами²⁵. В другой обзорной географической статье, в разделе о горах, попутно отмечаются пещеры. Так, например, говоря о Жигулевских, или «Девичьих», горах, Татищев отмечает, что «на них находятся пещеры». Описывая гору Большая Богда, он замечает: «В сей горе имеются великия и страшныя пещеры, в которые калмыки по суеверию своему для спасения бросают сабли, луки, панцыри, книги и прочее»²⁶.

В «руководстве» Крафта говорится о реках, текущих некоторое время под землей, но, как и в отношении пещер, приводятся лишь примеры рек, протекающих за пределами России. Татищев в своих замечаниях на книгу

²² I. G. Gmelin. Reise durch Siberien. Theil I, S. 104.

²³ Г. В. Крафт. Руководство к математической и физической географии. Изд. 2, СПб., 1764, стр. 217—220.

²⁴ В. Н. Татищев. Избранные труды по географии России. М., Географиз, М., 1950, стр. 36.

²⁵ Там же, стр. 62.

²⁶ Там же, стр. 158.

Крафта по этому поводу пишет: «...рек по подземелью текущих в России не мало, а особливо верховье Тобола и реки Абуга не малые через долгое разстояние кроются»²⁷.

В статье о Сибири, в разделе о водах, описывая Тобол, Татищев указывает, что «Тобол... начинается в горах Итык из разных озер и болот, которые прошед многократно под землею и через несколько верст наки показывается, как то и другие тех мест реки равномерно под землю уходит, яко вершина Ишима и река Обуга, о которой известнее». Течением под землей Татищев объяснял кислый и вязкий вкус вод в верховьях Тобола: «и не дивно в тех водах многой части квасцов быть, понеже они многократно уходит в землю, что поверху никакого вида течения остается, а потом наки показываются, и такие протоки подземные есть по несколько верст, о чем и в Примечаниях на Авицы Петербургские 1730 году № 82 показано, что такие подземные реки во многих местах находятся и части земли в себе имеют»²⁸.

В противоположность существовавшим представлениям о происхождении пещер от действия «отменных» причин — подземного огня, землетрясения, «потопа», катастрофического размытия — Татищев, основываясь на данных, полученных путем личных полевых исследований, развил взгляд о происхождении пещер и подземных потоков вследствие медленно идущего процесса растворения известняков и гипса. В XVIII в. не было другого ученого, который бы столь же обоснованно и подлинно научно, не считаясь с библейским сказанием, не прибегая к умозрительным «теориям земли» и катастрофическим силам, объяснил разнообразные явления карстовых областей как результат ныне действующих природных процессов и прежде всего действия воды.

²⁷ Архив АН СССР, разр. II, оп. 1, № 207, л. 75.

²⁸ В. Н. Татищев. Избранные труды по географии России, стр. 58 и 66.

В. Н. ФЕДЧИНА

СРЕДНЯЯ АЗИЯ НА РУССКИХ ЧЕРТЕЖАХ (КАРТАХ) XVII в.

Первым официальным картографическим документом, составленным в России, на котором представлена территория Средней Азии, является «Большой Чертеж». «Большой Чертеж» — замечательный памятник русской географо-картографической мысли, считается утерянным. Однако сохранилась «Книга Большому Чертежу»,¹ составленная по этому чертежу в 1627 г. По «Книге» можно представить, какие географические данные о Средней Азии содержались в «Большом Чертеже». Чертеж начал составляться еще в XVI в., а около 1600 г. он был дополнен новыми сведениями. Так, говоря об этом, В. Н. Татищев писал, что в царствование Бориса Годунова была составлена «ландкарта», на которой «много о восточных Татарах показано, чего до сих времен ни в одной иностранной не находилось, особливо Бухарии и море Аральское, его же Синим именуют, порядочно внесены»².

В XVI в. в России стал проявляться особый интерес к Средней Азии, что было вызвано развитием торговли и поисками более коротких путей в богатые страны востока — Китай и Индию³.

Направляемые в район Средней Азии различные посольства и экспедиции доставляли очень ценные сведения об этой территории. Так, в 1565 г. в Ногайскую орду было направлено посольство во главе с Михайлом Сунбуловым⁴. В 1566 г. снаряжается экспедиция за Урал, перед которой стояли задачи географического и экономического характера; в ней участвовало 20 человек. После возвращения экспедиция представила письменный отчет — «Доезд», которым пользовались даже через 100 лет.⁵ В 1595 г. в Казачью Орду был отправлен посол Вельямин Степанов, побывавший и в Средней Азии. В «статейном списке» он сообщил кратко, но достоверные сведения о Средней Азии, ее дорогах, городах и природе⁶. В 1613 г. в Хиву и Бухару

¹ «Книга Большому Чертежу». Подготовка к печати и ред. К. Н. Сербинной. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 49—50.

² В. Н. Татищев. История Российская. . . , кн. 1, ч. II, М., 1769, стр. 506—507.

³ В рукописи 1553 г. на итальянском языке имеются следующие слова: «наш царь (Иван IV. — *Авт.*), чтобы облегчить такие путешествия (в Индию. — *Авт.*), предложил очень большие награды, надеясь, узнав дорогу, совершать постоянные путешествия, благодаря которым значительно возрастут посольские связи, не говоря о том, что его москвиты будут получать приносы (специи), которые там потребляются в большом количестве» (Ханников. Пояснительная записка. Зап. ИРГО, 1851, кн. V, стр. 282; перевел проф. В. П. Зубов).

⁴ И. Ю. Крачковский. Арабские географы и путешественники. Изв. ГГО, 1937, стр. 750.

⁵ А. Ф. Миддendorff. Путешествие на север и восток Сибири. СПб., 1860, стр. 44.

⁶ Материалы по истории Узбекской, Таджикской и Туркменской ССР, Изд-во АН СССР, 1933, стр. 294.

ходил посол Иван Тихонов, собравший интересные сведения о географии Средней Азии⁷. Подробные сведения о Средней Азии, накопленные отважными русскими путешественниками, пополнили по времени Бориса Годунова «Большой Чертеж». Эти данные, по-видимому, были использованы и при составлении в 1627 г. «Книги Большому Чертежу».

«Большой Чертеж», как можно судить по «Книге», представлял собой карту, на которой были указаны: «реки, притоки, озера, кладези, и какие на них города и урочища и на каком оном расстоянии». На «Большом чертеже» показана почти вся Средняя Азия; он отражал и «кочевую Казацкую орду; и Больших Нагаев кочевья; и Бухарские и Юргенские города»⁸.

В описании территории Средней Азии, которому в «Книге» отведена почти целая глава, упоминается около 50 географических названий. Многие из этих названий нельзя найти на современных картах. Одни из них относились к небольшим поселкам — «крепостям», впоследствии уничтоженным, как, например, Акиурган, Янгурган и т. п. Другие упоминаются в русских летописях и сохранились на старых картах и в Атласах, как, например, города Самар, Сунак, Ясырван и др.

Расстояния в «Книге» указаны в верстах. Они определялись как по времени их прохождения (в днях пути), так и из расспросов местных жителей. Для некоторых районов Средней Азии они отличаются удивительной точностью. Интересно отметить, что Каспийское и Аральское моря (по «Книге» — Хвалымское и Синее) представлены как отдельные бассейны, причем расстояние между ними определено, как пишет академик Л. С. Берг, удивительно верно⁹.

«Книга», кроме подобного указания населенных пунктов, содержит сведения об орографии и геоморфологии Средней Азии (например указаны пески, прилегающие к Аральскому морю: Большие Барсуки, Каракумы и Малые Барсуки¹⁰). Даются также названия гор и имеющихся там полезных ископаемых.

Ученые не раз делали попытку восстановить по тексту «Книги» весь чертеж или отдельные его части. Но они сталкивались с большими трудностями, так как в «Книге» часто приводятся такие географические названия, которые давно исчезли с карт; и положение определяемых ими пунктов восстановить почти невозможно. Так, в конце XIX в. А. Макиев сделал попытку восстановить по «Книге» территорию Средней Азии (Туркестана). Его карта приведена на рис. 1. Однако он не мог найти многих названий, не мог восстановить на карте течения рек Арзан, Амудария, найти место реки и озера Угус, восстановить местоположение г. Кагана и т. д., а поэтому все это вымыслом людей, составлявших «Большой Чертеж» и «Книгу»¹¹.

К противоречивым мнениям и недоверию к данным «Большого Чертежа» пришли в своих исследованиях Каульбарс, Лениц и др.¹² Как мы увидим ниже, они оказались неправы, так как в настоящее время обнаружен русский чертеж XVII в., на котором география Средней Азии полностью отвечает тексту «Большого Чертежа» и где указаны все вышеуказанные пункты.

После составления «Книги Большому Чертежу», т. е. после 1627 г., русские продолжали совершать далекие путешествия в Среднюю Азию — Хиву

⁷ Д. М. Оболен. География в России XVII в. М.—Л., 1949, стр. 113.

⁸ «Книга Большому Чертежу», стр. 50.

⁹ Л. С. Берг. Аральское море. Опыт физико-географической монографии. СПб., 1908, стр. 37.

¹⁰ «Книга Большому Чертежу», стр. 94—95.

¹¹ А. Макиев. Географические сведения Книги Большому Чертежу о киргизских степях и Туркестанском крае. Изв. ИРГО, 1878, т. XIV, стр. 12, 13, 23—24.

¹² А. В. Каульбарс. Древнейшие русла Аму-Дарьи. Зап. ИРГО, т. 17, СПб., 1887, № 4, стр. 121; Р. Э. Лениц. Наши сведения о прежнем течении Аму-Дарьи. Зап. ИРГО, т. 4, СПб., 1871, стр. 112.

и Бухару. Путешественники оставили ценные географические документы — свои «статейные списки». Достаточно, например, указать на «статейные списки» Ивана Хохлова, ходившего в Бухару и Самарканд, Касимова и Даудова, братьев Пазухиных, Ивана Федотова и др.



Рис. 1. Карта Средней Азии, составленная А. Макшеевым по «Книге Большому Чертежу»

Во второй половине XVII в. в России были составлены ценные чертежи: «Чертеж Сибири Петра Годунова» (1667) и «Чертеж Сибирские Земли» (1672). Однако на них Средняя Азия не представлена.

Первым русским чертежом, дошедшим до наших дней, на котором изображена территория Средней Азии, является карта Спафария (1678)¹³, показанная на рис. 2.

¹³ «Imago Mundi», t. IV. Stockholm, 1947. Л. Багров, впервые опубликовавший эту интересную карту, относит ее составление к 1675 или к 1682 г. Однако обе эти даты, как

Спафарий был высокообразованным человеком, знающим многие иностранные языки. Он приехал в Россию из Молдавии. В 1675 г. Спафарий был назначен главой русского посольства, направляемого в Китай.

Спафарий изучил все находящиеся в Посольском и Сибирском приказах письменные и графические сведения о странах, через которые должен был проходить его путь. В архивном деле о его посольстве сохранились подробные выписки из «статейных списков» путешественников, ездивших на восток до него, были ссылки и на иностранные книги¹⁴.

Русское правительство поручило Спафарию вести подробное описание путешествия и «изображать на чертеже все земли, города и места по пути



Рис. 2. Часть карты 1678 г. Н. Спафария (впервые опубликована Л. Багровым в «Imago Mundi», 1947, т. IV)

из Тобольска до порубежного Китайского города, а также собрать известия о восточных странах»¹⁵.

Спафарий составил любопытный географический документ, в котором объединил и обобщил все имеющиеся до него письменные и картографические материалы. В описании Азии, представленном, по всей вероятности, вместе с картой в 1678 г., сообщаются географические сведения о территории Средней Азии:

«Да в той же Бухарской земле с востоку течет река Сыр и пала в Синее море. А в реку Сыр с правой стороны пала река Киндырля из Казачьей орды, и в реку Киндырлю пала река Чюй. Да в той же Казачьей орде есть озеро Коль, а в него пала река Киндырлик, а в Киндырлик пала река Сарсы.

А по Сырю¹⁶ реке вниз от Киндырли реки 150 верст бухарский город Ясырбан, а ниже Ясырбана 9 верст город Туркостан, а ниже Туркостана

правильно указывает М. И. Белов, не могут считаться достоверными (М. И. Белов. Семен Дежнев. М., Изд-во «Морской транспорт», 1955, стр. 116). Более верно считать датой составления карты 1678 г., т. е. время представления Н. Спафарием отчета о своей поездке. Проф. А. И. Андреев также относит все труды Спафария к 1677—1678 гг. Ниже, для того чтобы избежать повторения при рассмотрении этой, а также последующих карт, будет указан лишь номер рисунка, под которым мы публикуем их в настоящей статье.
¹⁴ Т. И. Райнов. Наука в России в XI—XVII вв. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1940, стр. 415.

¹⁵ «Путешествие через Сибирь от Тобольска до Нерчинска и границ Китая русского посланника в 1675 г. Николая Спафария». Дорожный дневник Спафария с введением и примечаниями Ю. В. Арсеньева. «Зап. ИРГО, по отд. этногр.», т. 10, вып. 1. СПб., 1882, стр. 24—25.

¹⁶ Комментатор Ю. В. Арсеньев неправильно переводит это название реки как Сар-сюрю. В действительности — это река Сыр-Дарья.

город Арказа, а ниже Арказа 60 верст город Ингурган, а ниже Ингургана 70 верст Аккурган, а ниже Аккургана 110 верст на правой стороне Сыра реки город Сайрак, а ниже Сайрака 160 верст город Ташкун.

А ниже этого города пала в Синее море река Сыр, а из Синего моря потекла река Арзан и пала в Хвалыинское море, а в реку Арзан пала река Аме-дария. В те все города Бухарские под разными ханами, а из тех городов ходят и торгуют в Сибире, и в Китай, и к Москве те же бухарцы приходят и торгуют»¹⁷.

В соответствии с текстом описания находится и чертёж. На этом чертёже Каспийское (Хвалыинское) море изображено почти прямоугольным, вытянутым с востока на запад. Очень четко указаны русла рек. Из Аральского (Синего) моря, имеющего продолговатую форму, вытянутую в направлении с юго-востока на северо-запад, берет начало р. Арзан, принимающая в среднем своем течении р. Аму-Дарью (на карте — Омедария). Река Сыр-Дарья берет начало с северо-востока двумя руслами. В среднем ее течении указан «город Турка-стан бухарской». Рельеф не обозначен. На чертёже дается небольшая река, которая впадает в озеро вблизи Каспийского моря (по описанию — Эмба), и две большие реки, впадающие в Каспийское море с юго-востока и юга из местности с названием «Персида».

Проведенный автором сравнительно-исторический анализ описания и детальный разбор чертёжа Спафария показали, что в отношении равнин Средней Азии текст описания и чертёж имеют определенное сходство с текстом «Книги Большому Чертежу».

Так, в описании Спафария и на его чертёже есть Хвалыинское и Синее моря, река Сыр-Дарья и река Арзан, которая, как сказано в «Книге Большому Чертежу», «потекла в Хвалыинское море, а в реку Арзан с востоку пала река Амедария»^{18,19}. В описании и в «Книге» перечисляются города, расположенные на Сыр-Дарье, правда, несколько изменено их написание. У Спафария — г. Ясырбан, в «Книге» — Ясырван; соответственно: г. Туркостан — Тюркустан, г. Арказ — Аркан и т. д.

Проведенное сравнение дает некоторое основание предположить, что Спафарий при составлении своего описания и чертёжа, говоря о географии равнин Средней Азии, пользовался в числе многих русских источников «Книгой Большому Чертежу» и самим «Большим Чертежом».

Все это представляет особый интерес потому, что до настоящего времени не было известно, как графически выглядела Средняя Азия на русских чертёжах XVII в., в частности и на «Большом Чертеже». На чертёже Спафария впервые указан весь этот район с Каспийским и Аральским морями. Однако необходимо отметить, что чертёж и описание Спафария содержат значительно меньше географических названий, чем «Книга Большому Чертежу», но все имеющиеся названия совпадают с «Книгой».

Использование Спафарием данных «Большого Чертежа» подтверждается и тем, что путь Спафария пролегал значительно севернее среднеазиатских равнин. При составлении описания и чертёжа указанной территории он пользовался не собственными наблюдениями, а уже имевшимися к этому времени в России материалами.

В 1680 г. в России был создан чертёж «с дополнениями по тогдашнему состоянию России». Описание к этому чертёжу было издано в 1773 г. Н. Новиковым²⁰. Чертёж, к которому приложено описание, до сих пор не обнаружен.

¹⁷ «Путешествие через Сибирь...», стр. 50.

¹⁸ У Спафария названия несколько изменены: на чертёже «Омедария», в описании — «Амедария».

¹⁹ «Книга Большому Чертежу», стр. 94.

²⁰ «Древняя Российская Идирография, содержащая описание Московского государства рек, притоков, озёр, кладёзей, и какие по ним города и урочища и на каком они расстоянии». Изд. Н. Новикова. СПб., 1773.

Изучение описания Средней Азии, которому уделено в этом документе достаточно много места, показало, что описание это представляет точную копию текста «Книги Большому Чертежу» и никаких дополнений и изменений в нем не обнаружено. Следовательно, к 80-м годам XVII в. в России продолжали пользоваться сведениями о географии Средней Азии, приведенными в «Книге Большому Чертежу».

В 1684 г. был составлен новый чертёж Сибири, известный по копии С. У. Ремезова, снятой им с подлинника. Этот чертёж (рис. 3), называемый «Чертёж в пополнение прежнего кой писан во 176-м²¹ году про знание жилья», впервые был опубликован Л. Багровым²².



Рис. 3. Часть карты 1684 г. (впервые опубликована Л. Багровым в «Imago Mundi» 1947, т. IV)

На чертёже изображена лишь часть Средней Азии с Аральским морем. Детальное изучение этой части чертёжа показало его большую ценность: ни на одном чертёже этого времени мы не находили такой подробной географической характеристики территории Средней Азии.

На чертёже 1684 г. скорописью XVI и XVII вв. нанесены многочисленные названия населенных пунктов, возвышенностей («гор»), рек и водных бассейнов. Аральское море на нем дано продолговатым, вытянутым в направлении с юго-востока на северо-запад; в него с востока впадает крупная река Сыр с притоками Чуй и Кундырля. По берегам р. Сыр указаны города и помечены расстояния между ними. С западного берега Аральского моря берет начало проток или р. Урзан, принимающая в своем среднем течении р. Мемдария, на которой указан г. Узеньч, или Узгичь. Чертёж ограничен на юге местностью с названиями «Бухарея» и «Бухарцы», на юго-западе — оз. Угус и р. Ирзеч, берущей начало из этого озера в направлении на запад, а также землями «Кызы Баши». Рамка чертёжа на западе скрывает от нас Каспийское море.

Проведенный нами сравнительно-исторический анализ изображения территории Средней Азии показал²³, что этот чертёж составлен по материалам «Большого Чертежа» и, возможно, является близкой его копией. Этот вывод подтверждается тем, что на чертёже (см. рис. 3) приводятся те же названия и те же расстояния, которые даны в «Книге Большому Чертежу» для этого района, в той же системе последовательности и расположении. Незначительно лишь изменены написание некоторых географических названий; эти изменения, видимо, возникли при перечерчивании «Большого Чертежа» или могут быть отнесены за счет ошибок копииста. Так, вместо р. Арзан на чертёже 1684 г. стоит Урзан; вместо Юрьгича — Узеньч, или Узгичь,

²¹ Т. е. в 1668 г.

²² «Imago Mundi», т. IV. Stockholm, 1947.

²³ В своей работе над картографическими документами мы пользуемся тем же методом, который выбран при аналогичных исследованиях Ф. А. Шибановым, считая его наиболее правильным. См. Ф. А. Шибанов. Чертёж украинским и черкасским городам от Москвы до Крыма. «Изв. ВГО», 1952, т. 84, вып. 1, стр. 93—95.

вместо р. Амедария — Мендария. Ошибочно указан несуществующий проток, соединяющий русло Урзана с р. Эмбой (на чертеже — «Гемь»). Попытаемся последовательно сравнить текст «Книги Большому Чертежу» и чертеж 1684 г.

В «Книге» написано: «А Синим морем до усть Сыра реки 280 верст²⁴, а поперек Синим морем 60 верст; . . . из Синего моря вытекла река Арзан²⁵ и потекла в Хвалимское море.

А в реку Арзан с востоку пала река Амедария²⁶, протоку Амедарии реки 300 верст.

А Арзазы протоку 1060 верст. . .

В Синее море с востоку пала река Сыр²⁷, а в Сыр реку пала река Кендерлик²⁸, а река Кендерлик вытекла из Улутовой горы диема протоки. . .

А река Сарса пала в озеро, не дошед до Сыра реки, от усть реки Кендерлика 150 верст, а от Карачатовой горы за 70 верст; а вдоль Карачатовой горы 250 верст²⁹; а от Сыра реки та гора 80 верст.

. . . На реке же на Сыре, от Сунака города 90 верст, город Ясырвань³⁰.

А от Ясырвана города 100 верст город Тюркустан³¹, от Сыра реки от берега 20 верст; а от Тюркустана 140 верст, на реке на Сыре, город Аркан³².

А от Аркана 60 верст, на полуденною стороне, город Янгурган³³, от Сыра реки 10 верст.

А от Янгургана 70 верст город Акиурган³⁴.

А от Акиургана 110 верст город Саирям, от реки 20 верст.

А от Саиряма 160 верст, с почные стороны Сыра реки, город Ташкун³⁵, от реки Сыра 30 верст.

А с полуденные стороны, против Ташкуна города прилегла к Сыру реке гора, вдоль по горе 130 верст³⁶.

А от той горы 200 верст Карабас гора³⁷; вдоль Карабасом 400 верст; а на горе Карабасу город, а подишь тому городу в старом чертеже испортилась, не зная; а от Сыра реки тот город на полдень 500 верст. А от того города. . . на горе. . . верст к городу Бухару³⁸.

. . . А против города Бухара 170 верст потекла река из озера Угус³⁹, по нашему Бык, в Хвалимское море, протоку 1000 верст.

. . . А на реке на Угус город Каган⁴⁰. . .

А от Кагана города 220 верст, к Хвалимскому морю, город Юргенч⁴¹ от реки Арзаза 50 верст, а от Хвалимского моря 400 верст, а вод под ним ни рек, ни озер в чертеже не написано⁴².

²⁴ На чертеже 1684 г. (рис. 3): «морем до Сыра 280 верст».

²⁵ Там же, названию наменено на «Урзан».

²⁶ Там же «Мендария».

²⁷ Там же, «р. Сыр».

²⁸ Там же, «Кундурлик».

²⁹ Там же, «гора Карачева 250 верст».

³⁰ Там же, «Ясырвань» — расстояния, показанные у городов на чертеже 1684 г., покуда совпадают с данными «Книги Большому Чертежу».

³¹ Там же, «Тюркустан».

³² Там же, «Аркан».

³³ Там же, «Янгурган».

³⁴ Там же, «Акиурган».

³⁵ Там же, «Ташкун».

³⁶ Там же, указана возвышенность с пометкой «130».

³⁷ Там же, «гора Карабас от Сыра 200 верст».

³⁸ Там же, «Бухарон».

³⁹ Там же, «Угус».

⁴⁰ Там же, «Каган».

⁴¹ Там же, «Юргенч».

⁴² «Книга Большому Чертежу». Подготовка к печати и ред. К. Н. Сорбиной. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 94—96.

После сравнения этого текста «Книги» с чертежом, который во многом соответствует описанию, приведенному в «Книге», можно утверждать, что чертеж 1684 г. частично восстанавливает «Большой Чертеж» для территории Средней Азии.

М. И. Белов, сравнивая карту Спафария и указанный чертеж (см. рис. 3) пишет, что последний «значительно отличается как от чертежа Петра Годунова, так и от карты 1678 Николая Спафария»⁴³. К такому выводу Белов пришел на основании исследования лишь одного северо-восточного района азиатского континента. При рассмотрении же района Средней Азии, как установлено выше, можно сделать совершенно другой вывод. Чертеж 1684 г. значительно отличается от карты Петра Годунова (1667) тем, что на нем нанесен участок Средней Азии. С картой Спафария этот чертеж имеет очень много общего. Разница лишь в том, что чертеж значительно подробнее карты. Однако в основном они сходны между собой и дополняют друг друга. Отсюда можно заключить, что при создании карты Спафария и чертежа 1684 г. пользовались одним и тем же источником — «Большим Чертежом».

Следующим интересным картографическим документом, отражающим накопление и уточнение сведений о Средней Азии, является карта Андрея Андреевича Винниуса.

Виннус долгое время работал в Сибирском приказе и, безусловно, был хорошо осведомлен о всех имеющихся там картах и описаниях Средней Азии. Карта Винниуса была впервые опубликована проф. А. И. Андреевым в 1939 г., который предполагает, что она была создана между 1672 и 1689 гг.⁴⁴

Как и все чертежи XVII в., карта Винниуса ориентирована на юг; на этой русской карте нанесена градусная сетка. На карте Каспийское море показано округлым, как на всех западноевропейских картах, но с сильно изрезанными берегами. Оно расположено, как у Птолемея, между 39° и 48° с. ш. и 85° и 102° в. д.; близко от него находится Аральское море, имеющее продолговатую форму, вытянутую с юга на север между 41° и 44° с. ш. Оно прямым протоком — р. Арзачь — соединено с Каспием (на карте море Хвалимское), против устья Арзача на Каспии указан остров; за западным берегом Арала — г. Юргенч. На карте нанесены две реки, впадающие в Аральское море и представляющие Сыр-Дарью и Аму-Дарью, что является значительным достижением в изучении географии территории Средней Азии в XVII в.

На карте указаны города: Ташкени, Бухария, Сыркан, Савран и ряд других. Карта интересна тем, что, во-первых, на ней даны градусные обозначения и, во-вторых, впервые обе среднеазиатские реки изображены впадающими в Аральское море.

Следовательно, Виннус располагал в этот период новыми сведениями, собранными русскими путешественниками. Однако недостаточная полнота и точность сведений о географии Средней Азии привели к появлению на карте Винниуса некоторых несоответствий и ошибок наряду с существенными уточнениями. Так, например, Хива указана на восточном берегу Каспийского (Хвалимского) моря.

Влияние иностранных источников сказалось и методе составления карты и в особенностях изображения Каспийского моря.

В 1695 г. Семен Ремезов получил указ о составлении новых карт Сибири. В 1697 г. он составил чертеж-карту под названием «Чертеж земли всей безводной и малопроходной каменной степи», на которой подробно представлена Средняя Азия.

⁴³ М. И. Белов. Семен Дежнев. М., Изд-во «Морской транспорт», 1955, стр. 118.

⁴⁴ А. И. Андреев. Очерки по источниковедению Сибири XVII в. Л., Изд-во Главсевморпути, 1939, стр. 24—25.

История составления этого чертежа такова. Семену Ульяновичу Ремезову было поручено «написать степи от Тобольска до Казачьей орды, и до Бухарии Большой и до Хивы... куда ближе и сколь далеко днями вход пути сухим и водяным, летом и зимою, и реки числом и величиною, и корм людям и скоту безскуден бы, и переправы переходны б, и каменные горы проходны б, и урочища ведомы, и всему учинить наличной чертеж трех аршин длинны, попереч двух, и на чертеже подписать именны»⁴⁵.

Ремезов не только «сам объезжал»⁴⁶ территорию, которую потом положил на карту, но и терпеливо и подробно «выспрашивал» у бывавших в Средней Азии людей все, что его интересовало и было необходимо при составлении карты. Ремезов узнавал «меру земли и расстояние пути городов, их сел и волостей, про реки, речки, и озера, губы и острова и промыслы морские, про горы и леса и про всякие урочища, кои в прежних чертежах издавна не написаны»⁴⁷. Известно, что одним из основных документов, послуживших Ремезову при составлении его чертежа, являлись «Роспись городков Казачьей орды по пути от Тобольска до Туркестана, поданная Ф. Скибиным...» в 1696 г.⁴⁸, и допрос «бывавших в Казаской орде у Тевкихана тобольских боярских детей Федора Скибина с товарищами» (1697 г.), которым предписывалось «узнать, сколь далеко от Тобольска до Казачьей орды и каким путем ход бывает и многоль дней идти будет сухим путем, горы каменные есть ли... и сколь рек и те реки великиль...».

... До Бухарии сколько пути и сухой ли путь или водяной тому всему учинить чертеж по три аршина и на том чертеже все подлинно и подписать именны»⁴⁹. Чертеж, составленный Скибиным, не найден. Однако и в «Сыскном деле о дороге в Хиву» путешественниками сообщаются интересные и подробные сведения о географии Средней Азии.

Кроме того, Ремезов сообщает, что он пользовался многими старыми, составленными ранее чертежами. В «Служебной чертежной книге» С. У. Ремезова значится ряд таких чертежей, в том числе и чертеж Виннуса. Чертеж 1684 г. упоминается Ремезовым в предисловии к «Чертежной книге Сибири 1701 года»⁵⁰. Ремезов в своей работе пользовался не только известными нам чертежами, но и ныне утерянными.

Таким образом, чертеж Ремезова является сводной картой, обобщившей все наиболее достоверные сведения о Средней Азии, собранные к концу XVII в.

На карте Ремезова границы Каспийского (Хвалынского) моря нанесены произвольно, оно вытянуто по долготе. Аральское море (море Аралско) также показано вытянутым с севера на юг. По южному и юго-западному его берегам показана горная цепь, между морем и горами надпись — «многие пади».

Река Аму-Дарья (на карте «Амундарья») впадает в Аральское море с востока и берет начало из моря «Тенгиз»; города и поселения в основном расположены по левому берегу реки: гг. Канги, Юргенчи, град Хива, около которого указан впадающий в Аму-Дарью приток или канал. На правом берегу — «град Бухарей». Ниже по течению Аму-Дарьи, по левому ее берегу, нанесены три «Караула» — укрепленные поселения.

⁴⁵ «Чертежная книга Сибири, составленная тобольским сыном боярским Семеном Ремезовым в 1701 г.». СПб., 1882, стр. 8—9.

⁴⁶ А. Ф. Миддendorff. Путешествия на север и восток Сибири. СПб., 1860, стр. 37.

⁴⁷ «Чертежная книга Сибири...», стр. 4.

⁴⁸ Материалы по истории Узбекской, Таджикской и Туркменской ССР. Изд-во АН СССР, 1933, стр. 263.

⁴⁹ «Сыскное дело о дороге в Хиву». «Русский архив», 1867, стр. 395.

⁵⁰ А. И. Андрусов. Очерки по источниковедению Сибири XVII в. JL., Изд-во Главсевморпути, 1930, стр. 55.

Река Сыр-Дарья (на карте Сырт) впадает в Аральское море также с востока двумя руслами. Река берет начало из моря «Далаинор», соединяющегося с морем «Тенгиз». На реке, по правому и левому ее берегам расположены многочисленные города: Юня, град Туркустан, Пустой, Савран, Сунак, Аккорган, Югар. По левому берегу показано жилище кочевников и дана надпись: «по обе стороны кочуют Аральцы». По правому берегу, в устье р. Большой Кындырлык, надпись: «нашии и крепости».

На карте Ремезова нанесена дорога, идущая с северо-востока и разделяющаяся на две: одна идет к г. Югар и далее, пересекая обе реки, к г. Хиве, другая — к г. Туркустану. На карте Ремезова был нанесен и рельеф.

Необходимо указать, что автор составлял свой чертеж «в меру убравши, по компасу, церкильным размером»⁵¹.

Сравнительно-историческое изучение чертежа Ремезова говорит о том, что он получил существенные уточнения и изменения и значительно отличается от карты Виннуса. Так, на карте Ремезова Каспийское море имеет уже относительно верное изображение: оно впервые показано вытянутым с севера на юг; отсутствуют сведения о протоке или реке, соединяющей на преддущих русских картах Аральское и Каспийское моря; г. Хива также занимает теперь соответствующее ему положение на левом берегу Аму-Дарьи, а многие уже несуществующие города не показаны. Карта Ремезова сообщает сведения о рельефе и, как новое достижение, о дорогах и каналах Средней Азии. Кроме того, она дает и общие географо-этнографические сведения: указываются районы «Хивинцы», «Бухарей», «Казачья орда» и «Каракалпаки».

Все это дает основание утверждать, что к концу XVII в. в России значительно возросли и уточнились сведения о географии Средней Азии. Это подтверждается тем, что в основном карта Ремезова правильно отражает действительность. Ремезов критически подошел к имевшемуся у него богатому материалу и создал прекрасный для своего времени, насыщенный сведениями, достоверный чертеж территории Средней Азии. Ремезов был знаком с чертежом 1684 г. и картой Виннуса, однако данные на них сведения о географии Средней Азии воспринимал критически и создал свой оригинальный чертеж. Ноясным является появление на чертеже Ремезова морей «Тенгиз» и «Далаинор», откуда берут начало среднеазиатские реки Сыр-Дарья и Аму-Дарья. Эти моря показаны у южного склона Алтая, который является, по словам «Чертежной книги», «главою всех великих рек». Здесь интересно указать, что на китайских картах XVII и XVIII вв. на территории Средней Азии показано также оз. Денгиз (Тенгиз). Поэтому возможно, что эти сведения взяты Ремезовым из китайских источников.

В заключение можно сделать несколько общих выводов.

Первым картографо-географическим документом в России, на котором отражена территория равнин Средней Азии, является «Большой Чертеж» и «Книга Большому Чертежу». Средняя Азия в «Книге» описана достаточно подробно. Указания расстояний от пункта к пункту свидетельствуют о том, что территория Средней Азии была детально измерена. Поэтому на протяжении XVI—XVII вв. эти документы являлись основными источниками при создании других чертежей-карт Средней Азии.

На основании проведенного исследования дошедших до нас чертежей-карт XVII в. можно считать, что они в основном совпадают с описанием территории Средней Азии, данным в «Книге Большому Чертежу». Можно с уверенностью утверждать, что чертеж 1684 г. (см. рис. 3) составлен по материалам «Большого Чертежа» и является в отношении территории Средней Азии его близкой копией.

⁵¹ «Чертежная книга Сибири...», стр. 10.

Большое значение для изучения представлений о территории Средней Азии имеет карта Виннуса. На этой карте впервые обе среднеазиатские реки указаны впадающими в Аральское море.

Карта С. Ремезова «Чертеж земли всей безводной и малопроходной каменной степи» является сводным, обобщающим географо-картографическим документом. Этот чертеж отразил все новейшие русские достижения в изучении географии среднеазиатских равнин. Ремезов пользовался новыми, более достоверными документами и материалами и создал насыщенный сведениями чертеж, знаменующий собой переход к новому, более высокому этапу в истории создания географической карты Средней Азии.

Проф. ЛЮ СЯНЬ-ЧЖОУ

(Пекин, Университет Цзинхуа)

ОБ ИЗОБРЕТЕНИИ В КИТАЕ ПРИБОРОВ ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ ВРЕМЕНИ

В Китае на протяжении более трех тысячелетий было сделано немало изобретений в области устройств для измерения времени. В китайском журнале «Машиностроение» («Цзисе гунчэн сюэбао») за 1953 и 1954 гг. я подробно рассмотрел астрономический прибор, приводимый в движение водой, описанный Су Суном (эпоха династии Сун) в его книге «Новое устройство механической армиллярной сферы и небесного глобуса» («Синьсян фаяо»), и указал, что часть этой конструкции представляла весьма сложный прибор для измерения времени. Недавно доктор Джозеф Нидхэм (Кембриджский университет, Англия) опубликовал в английском журнале «Nature» (март 1956) статью под названием «Chinese astronomical Clockwork» («Изготовление астрономических часов в Китае»), в которой отметил важность этого устройства в истории изобретения часов. Имея в своем распоряжении соответствующий материал, я решил дать обзор китайских изобретений в области создания приборов для измерения времени.

СОЛНЕЧНЫЕ ЧАСЫ

Солнечные часы, известные в Китае с давних времен, представляют собой очень простой прибор для измерения времени. Достоверных данных о времени их изобретения нет. В «Книге установленной династии Чжоу» («Чжоу-ли») в разделе «Каогунчжи» уже говорится о «прямом шесте, который был поставлен, чтобы следить за его тенью». Основной принцип солнечных часов заключается в том, что время дня определяется по положению тени, отбрасываемой наклонным стержнем, на который падают солнечные лучи.

На горизонтальном пьедестале, под некоторым углом к нему, был установлен каменный диск так, что южная часть его занимала верхнее положение, а северная — нижнее. В центре диска, перпендикулярно к его плоскости, стоял бронзовый стержень, верхний конец которого был направлен в сторону северного полюса, а нижний — южного. На верхней и нижней частях диска были написаны названия двенадцати китайских двойных часов: «Цзы», «Чоу», «Инь», «Мао» и т. д. Когда солнце проходило плоскость меридиана, тень от стержня ложилась точно в северном направлении и часы указывали полдень. После дня весеннего равноденствия наблюдения за тенью проводились по верхней части диска, а после дня осеннего равноденствия — по нижней.

При раскопках в районе Цзыюнь провинции Гуйчжоу были обнаружены нефритовые солнечные часы. Судя по иероглифам, эти часы относятся к периоду, предшествовавшему династии Хань.

КЛЕПСИДРА (ВОДЯНЫЕ ЧАСЫ)

Солнечными часами можно пользоваться только тогда, когда светит солнце, и они не имеют никакого практического применения ни ночью, ни в пасмурные дни. Это обстоятельство привело к изобретению клепсидры.

Некоторые источники свидетельствуют, что она была изобретена во времена Желтого императора (2698—2599 г. до н. э.), но это вряд ли соответствует действительности. Однако, принимая во внимание, что уже в «Чжоу-ли» упоминается о «служителе, который ухаживал за клепсидрой», можно полагать, что клепсидры существовали в очень далекие времена.

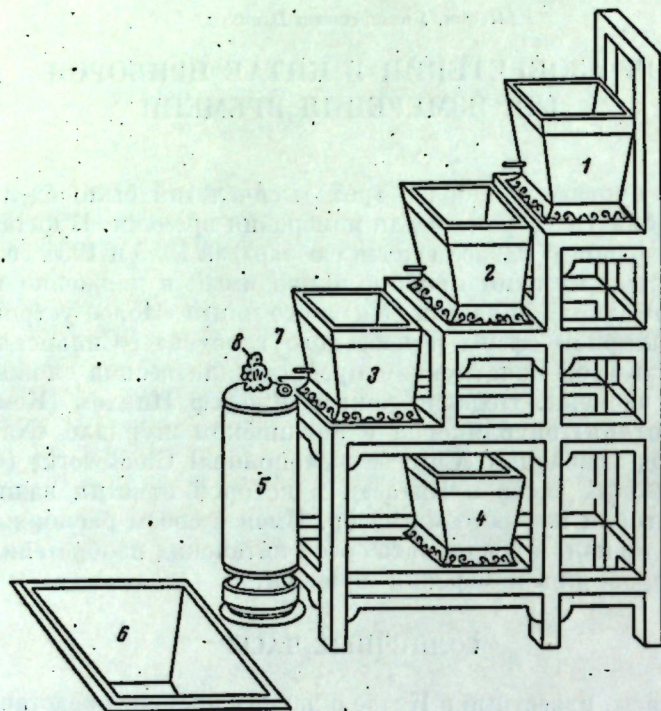


Рис. 1. Клепсидра эпохи династии Цзинь

Клепсидры различались по конструкции. Количество резервуаров для воды менялось от двух до четырех. В различные исторические периоды форма и размеры резервуаров, как и их названия, были различны.

Ниже приводится общее описание конструкции водяных резервуаров в соответствии с описанием, данным в «Перечне учреждений династии Цзинь» («Цзиндай Хуейдянь»).

Наверху (рис. 1) стояли три квадратных бака (1, 2, 3) для воды, из которых вода вытекала по каплям. Самый верхний назывался «дневным небесным сосудом». Боковые стороны его в верхней части имели в длину 1,9 китайских футов, а в нижней — 1,3 фута. Глубина его равнялась 1,7 фута. Этот сосуд должен был всегда быть наполнен водой. Второй резервуар назывался «ночным небесным сосудом», третий — «сосудом регулирования уровня воды» (3).

Ниже и несколько позади «сосуда регулирования уровня воды» находился равный ему по величине резервуар под названием «сосуд для стока излишней воды» (4) из сосуда 3. На уровне пола был расположен цилиндрический сосуд, называемый «водоприемным» (5).

Все резервуары были снабжены крышками. У тех из них, по которым протекала вода, в передней части, около дна, имелись отверстия для последовательного стекания воды в «водоприемный резервуар». Чтобы вода в «сосуде регулирования уровня воды» находилась на одном уровне, в верхней его части имелось отверстие, через которое избыток воды поступал в «сосуд для стока излишней воды».

Это один из самых примечательных элементов конструкции клепсидры, ибо только в том случае, когда вода в «сосуде регулирования уровня воды» находилась на одном уровне и диаметр отверстия оставался неизменным, количество воды, протекающей в «водоприемный сосуд», оставалось постоянным. Благодаря этому, появилась возможность измерения времени количеством воды.

Другая интересная особенность этого устройства заключалась в том, что вместимость резервуаров последовательно уменьшалась, начиная с первого (верхнего) и кончая третьим резервуаром. Благодаря этому «сосуд регулирования уровня воды» всегда оказывался полным.

На «водоприемном сосуде» была установлена бронзовая фигура (7), перед которой опускалась и поднималась шкала времени (8) длиной в 3,1 китайских фута. На ней были нанесены метки, соответствовавшие китайским двоянным часам и их четвертям.

Под шкалой времени находился так называемый «цзечжоу» — полый бронзовый сосуд, имевший форму барабана. Когда уровень воды поднимался, «цзечжоу» всплывал вверх, указывая часы и их четверти. Когда вода, наполнив «водоприемный сосуд», сливалась в сточный резервуар (6), шкала времени занимала свое первоначальное положение.

Подобная клепсидра была найдена при раскопках в Кантоне. Она была изготовлена в 1316 г. (третий год правления Янь Ю династии Юань). Три верхних сосуда этой клепсидры, последовательно уменьшающиеся от верхнего к нижнему, имели цилиндрическую форму.

Верхний сосуд назывался «сосудом Солнца», второй — «сосудом Луны», третий — «сосудом Звезд», а самый нижний — «водоприемным сосудом».

На «водоприемном сосуде» устанавливалась в вертикальном положении шкала с обозначенными на ней китайскими двоянными часами и их четвертями, а на плавающем стержне находилась деревянная фигура, которая рукой указывала на шкале определенную точку, соответствующую высоте этого стержня. Таким образом, принцип действия обоих этих приборов был один и тот же.

ПОЯВЛЕНИЕ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ, ПРИВОДИМЫХ В ДВИЖЕНИЕ ВОДОЙ

Приборы для демонстрации вращения небесных сфер были изобретены в Китае очень давно. Некоторые полагают, что армиллярные сферы существовали уже при императоре Шуне (около 2257—2208 гг. до н. э.). Но об этом говорится только в «Книге императора Шуня» («Шуньдянь»). Первым надежным историческим источником можно считать записи, относящиеся к правлению Тай Чу (104—101 гг. до н. э.), во время императора У-ди династии Хань, в которых говорится об изготовлении армиллярной сферы Лю Ся-хуном и Сянь Ю-женем. Во время императора Сюань-ди династии Хань (78—49 гг. до н. э.) Ген Шоу-чан также сделал армиллярную сферу из бронзы. Но в обоих случаях не говорится о том, каким образом эти сферы приводились в движение. Чжан Хань (78—139 гг. н. э.) первым применил для этой цели принцип клепсидры, используя вес воды для приведения в движение астрономического прибора и присоединив к нему нехитрый аппарат для измерения времени.

В «Астрономических записях» («Тяньвань цзи») «Истории династии Цзинь» («Цзинь Шу») говорится следующее: «Соорудив армиллярную сферу, Чжан Хэн привел ее в движение водой из клепсидры и закрыл в отдельной палате, а в палату посадил человека, который вел наблюдения и объявлял результаты их. Этот человек докладывал астроному из обсерватории Лин Тай такими словами: «Судя по тому, что показывает армиллярная сфера, на горизонте появилась такая-то звезда, такая-то звезда прошла через меридиан, а такая-то уже зашла». — «Все это точно совпадает с тем, что мы наблюдаем в обсерватории», — отвечал тогда астроном». Далее в той же книге говорится так:

«Во время императора Шунь-ди (около 130 г. н. э.) Чжан Хэн сконструировал небесный глобус, установил его в палате во дворце и привел в движение водой из клепсидры.

Движение звезд на небесном глобусе соответствовало движению звезд на небе, наблюдаемому из обсерватории.

Одновременно с этим он использовал часть энергии воды для приведения в движение механизма под названием «гуаньли». Благодаря этому механизму на искусственном дереве, установленном за пределами дворца, через определенные промежутки времени «вырастали» листья — в первый день месяца появлялся один лист, во второй — два, в третий — три. Так продолжалось пятнадцать дней. На шестнадцатый день каждого месяца падал один лист, на семнадцатый — два и так далее, так что к концу месяца на дереве не оставалось ни одного листа. Исключения составляли короткие месяцы, когда на дереве оставался один лист: он «увядал», но не падал».

Из приведенного описания изобретения Чжан Хэна можно сделать вывод, что вероятнее всего он пользовался системой зубчатых колес и кулачков, которые впоследствии вошли в конструкцию астрономических приборов, приводимых в движение водой.

Наше предположение основывается на следующих соображениях: во-первых, армиллярная сфера вращалась очень медленно, и небесный глобус делал один полный оборот за день. Если бы для приведения в движение армиллярной сферы и небесного глобуса применялась только энергия воды клепсидры, то было бы трудно заставить их делать за сутки один полный оборот или даже и того меньше без постепенного снижения скорости посредством системы зубчатых колес и кулачков.

Во-вторых, сама конструкция описанного механизма для указаний дней месяца предполагала использование систем шестерен и кулачков, так как без них было бы невозможно получать требуемое движение.

В-третьих, во времена Чжан Хэна в Китае применялись зубчатые колеса, о чем можно судить по тому, что известна форма для отливки шестерен, находящаяся теперь в коллекции Лю Чжэнь-ю, и шестерня, найденная при раскопках в провинции Шаньси в 1954 г. (обе относятся ко времени Западной династии Хань), а также шестерня начала Восточной династии Хань, обнаруженная в 1953 г. в провинции Шаньси.

Из этого следует, что было бы неправильно предполагать, что Чжан Хэн не пользовался зубчатыми передачами.

На основании сказанного можно сделать вывод, что небесный глобус, изобретенный Чжан Хэном, указывал также числа каждого месяца и служил для измерения времени.

ОТ ЧЖАН ХЭНА ДО ПЕРВЫХ ЛЕТ ЦАРСТВОВАНИЯ ДИНАСТИИ ТАИ

Армиллярные сферы и небесные глобусы, сооружавшиеся в период времени от Чжан Хэна, жившего при восточной династии Хань, до первых лет царствования династии Тай, т. е. приблизительно от 130 до 650 гг. н. э.,

в большинстве случаев приводились в движение водой. Создателями их были Ван Фань (около 260 г. н. э.), Га Хэн (династия У в эпоху Троецарствия), Лу Цзи (династия Цзинь) и Цзе Лю-цзи (династия Сун 436 г. н. э. — эпоха разделения Севера и Юга).

Судя по историческим источникам, их аппараты мало чем отличались от предыдущих.

По моему мнению, на последующее развитие часового механизма оказало значительное влияние изобретение и усовершенствование китайского одометра. Хотя китайский одометр и часовый механизм использовались для совершенно различных целей, принцип их работы был почти одинаков. После

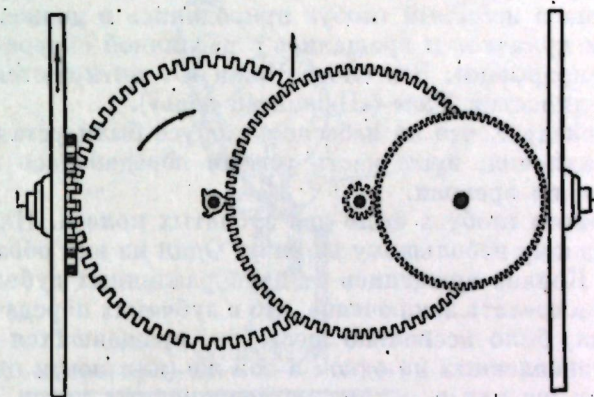


Рис. 2. Схема старинного китайского одометра, сконструированного в 1027 г. н. э.

того как одометр пройдет определенное расстояние и его колеса сделают положенное число оборотов, система зубчатых колес автоматически передает удар на барабан или гонг точно так же, как ударяют по барабану или по гонгу старинные китайские часы, отмечая определенные промежутки времени. Помимо этого, важнейшими элементами в конструкции китайского одометра были системы зубчатых передач, снижавших скорость передач (рис. 2), и один или два рычага включения, функция которых была аналогична функции кулачков.

Таким образом, устройство этого прибора полностью совпадало с конструкциями системы передачи усилий и механизма счета времени в часах.

На основании этого я и предполагаю, что многочисленные усовершенствования одометра, сделанные в Китае в это время, оказали значительное влияние на развитие механизмов китайских часов последующих периодов.

ОТ НАЧАЛА ДИНАСТИИ ТАИ ДО КОНЦА ДИНАСТИИ СУН (619—1279 гг. н. э.)

Очевидно, начиная с тринадцатого года правления Гаи Юаня династии Тай (725 г. н. э.) и позднее, к астрономическому прибору, приводимому в движение водой, начали присоединять довольно сложное устройство для измерения времени.

В «Астрономических записях» («Тяньвань цзи») «Новой истории династии Тай» («Синьтан Шу») говорится следующее: «... И Син и Лян Лин-цзань получили приказ отлить из бронзы армиллярную сферу и выгравировать на ней различные созвездия, небесный экватор и градусы небесного глобуса. Для вращения колес применялась вода. За сутки небесный глобус делал один оборот. Вокруг небесного глобуса было два зубчатых кольца. На кольцах было установлено по одному небольшому шарик. Один из них символизировал Солнце, другой — Луну. Кольца вращались от двух различных

зубчатых передач. Когда небесный глобус совершал полный оборот в западном направлении, Солнце передвигалось на восток на один градус, а Луна — на $13 \frac{7}{10}$ градуса в том же направлении. После того, как небесный глобус совершал около 29 оборотов, Солнце и Луна встречались. За 365 оборотов небесного глобуса Солнце совершало один полный оборот.

Крышка деревянного ящика служила полом. Одна половина небесного глобуса находилась ниже уровня пола, другая же возвышалась над ним. На крышке ящика стояли две деревянные фигуры. Одна фигура каждые четверть часа автоматически ударяла по барабану, находившемуся перед ней. Другая фигура через каждый час ударяла в висевший против нее колокол. Солнце, Луна и небесный глобус приводились в движение от системы зубчатых колес и кулачков и вращались с различной скоростью. Вращение продолжалось непрерывно. Эти слова Чжан Юэ цитируются по «Полному собранию прозы династии Тан» («Цюаньтан вэнь»).

Из описания следует, что на небесном глобусе были установлены зубчатые передачи и кулачки, и что часть усилия передавалась на деревянные фигуры для указания времени.

«Вокруг небесного глобуса было два зубчатых колеса. На колесах было установлено по одному небольшому шарик. Один из них обозначал Солнце, другой — Луну. Кольца вращались от двух различных зубчатых передач». Из этого мы можем сделать заключение, что в зубчатых передачах, применявшихся в то время, было несколько шестерен, вращавшихся с различными скоростями и установленных на одной и той же (или почти одной и той же) осевой линии, так же как в механизме современных часов, в которых на одной и той же осевой линии находятся две шестерни, причем одна из них приводит в движение часовую стрелку, а другая — минутную.

Так как небесный глобус совершал полный оборот за сутки, а Луна и Солнце вращались значительно медленнее, координировать их движения было бы невозможно без таких именно зубчатых передач (рис. 3).

Чтобы заставить небесный глобус вращаться в одном направлении и делать полный оборот за один сутки, в то время как Солнце двигалось бы в другом направлении и перемещалось только на один градус, а Луна на 13 градусов, зубчатая передача должна быть очень сложной и иметь такое устройство, как показано на рис. 3.

В соответствии с принципом конструкции зубчатой передачи, если количество зубьев шестерен 1, 2, 3, 4, 5, 6 равняется соответственно 12, 60, 6, 72, 12, 73, а количество зубьев шестерен 7, 8, 9, 10, 11, 12 равняется соответственно 127, 73, 6, 15, 6, 114, движение небесного глобуса, Солнца и Луны будет именно таким, каким оно описано в этом тексте. Шаг каждой пары шестерен может быть различным.

В приборе, сконструированном Чжан Сы-сюанем, служившим в Управлении астрономии (Сутяньцзянь) во время правления Тай Пин Син Го (976—983 гг. н. э.) императора Тай Цзуна династии Чунг, два кольца с укрепленными на них Солнцем и Луной не входили в конструкцию, но количество механических приспособлений для измерения времени увеличилось.

Для размещения прибора была сооружена многоэтажная башня высотой более десяти китайских футов. В конструкцию прибора входило семь деревянных фигур, изображавших семь богов — «хранителей дня», которые должны были звонить в колокольчик, бить в колокол и барабан.

Особенность изобретения Чжан Сы-сюаня заключалась в том, что им были добавлены фигуры двенадцати богов, каждый из которых отмечал определенный двоясанный китайский час и автоматически появлялся в нужный момент, неся дощечку с указанием времени.

Этот аппарат имел еще большее значение, как предшественник приводимых в движение энергией воды армиллярной сферы и небесного глобуса,

изобретенных Су Суном и Хань Кун-лянем в первые годы правления Юань Ю (1086—1089 гг. н. э.) императора Чэ Цзун Северной династии Сун.

Армиллярная сфера и небесный глобус Су Суна и Хань Кун-ляня представляли очень сложную конструкцию, состоявшую из армиллярной сферы (9), небесного глобуса и механического прибора для измерения времени (рис. 4). Все они находились в одной и той же башне, причем армиллярная сфера была установлена на помосте, а небесный глобус находился в средней части башни. Ниже помоста стояло сооружение в виде пятиэтажной пагоды.

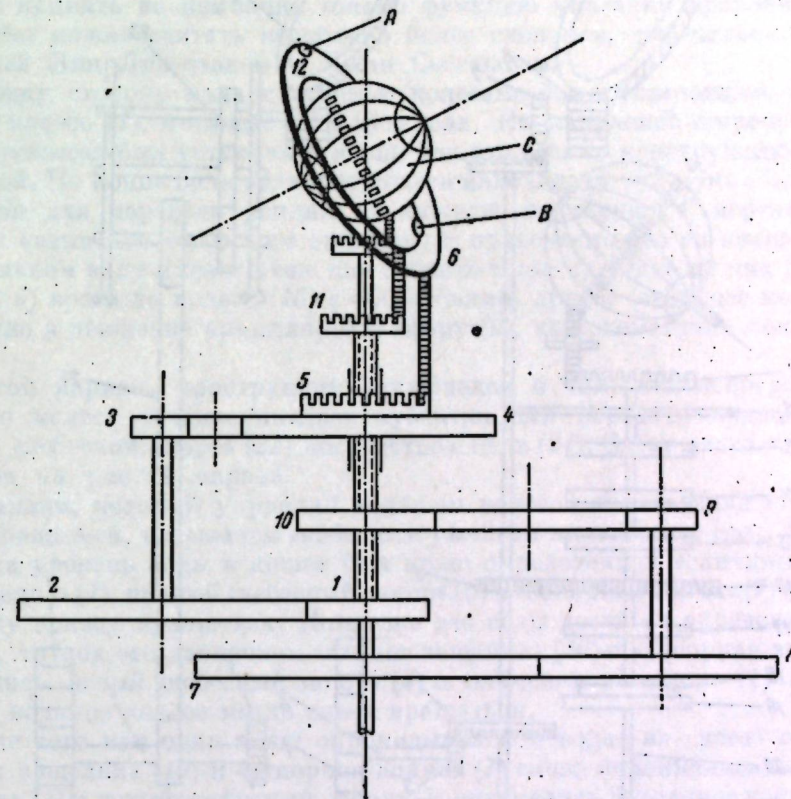


Рис. 3. Воспроизведение схемы астрономического прибора, приводимого в движение водой. Сооружен в 13 г. правления Гай Юань (725 г. н. э.) династии Тан и в 6 г. правления Саюнь Хо (1124 г. н. э.) династии Сун. А — солнце; В — луна; С — небесный глобус

В середине башни проходил вертикальный вал, верхний конец которого удерживался горизонтальной балкой, называемой «небесной рамой» (12), а нижний был установлен в подпятнике. На валу было смонтировано восемь колес. Поверх «небесной рамы» имелось «небесное колесо» (11) с 600 зубьями, либо входившим непосредственно в зацепление с зубьями экватора небесного глобуса (10), либо приводившим в движение небесный глобус посредством конической шестерни.

Под «небесной рамой» находилось другое зубчатое колесо, тоже имевшее 600 зубьев. В тексте говорится, что эта шестерня устанавливалась или непосредственно под «небесным колесом» или в середине системы из шести колес, расположенных под рамой.

Обе эти конструкции принципиально не отличались одна от другой. Остальные шесть колес можно разделить на два вида, каждый из которых выполнял функцию измерения времени. Колеса первого вида имели определенное количество кулачков (в оригинале они названы «толкателями»).

Через каждый час или четверть часа толкатели при помощи рычага или шнуров приводили в движение указатель времени в виде деревянной фигуры, которая выполняла определенные движения.

Так, например, когда толкатель, установленный на «кулачковом колесе для объявления часов и четвертей часа путем ударов в колокол и барабан» (13), начинал двигаться, то в начале каждого сдвоенного часа в левой дверце

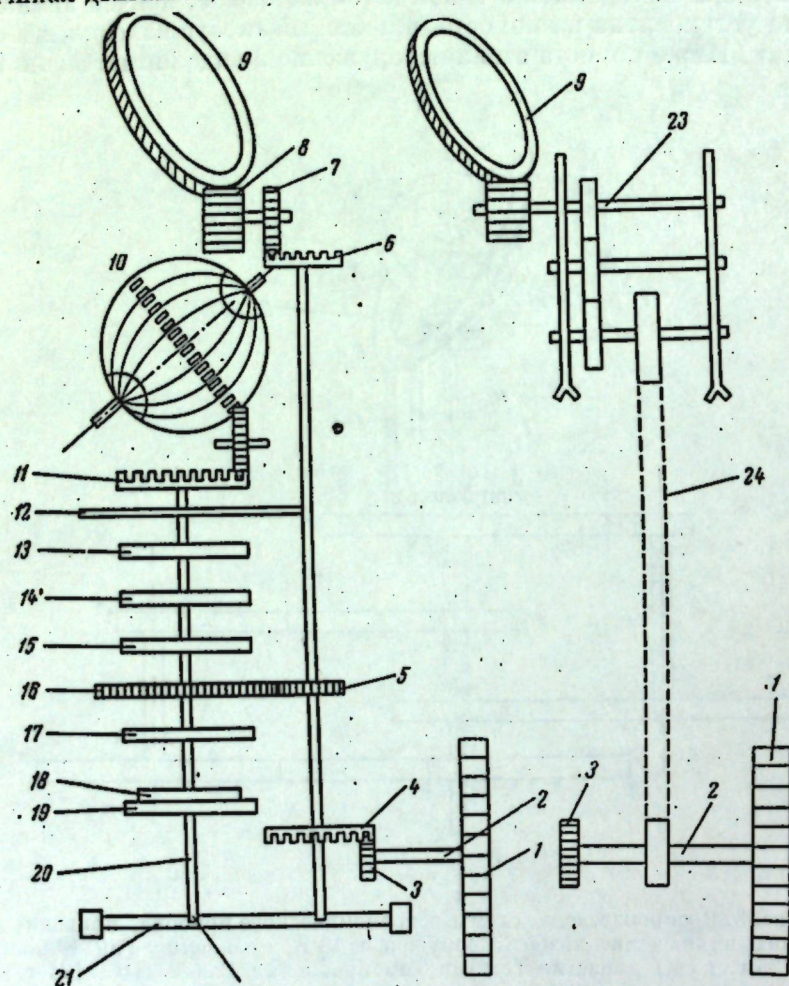


Рис. 4. Схема армиллярной сферы и небесного глобуса, построенных Су Суном

одного из этажей пагоды показывался «хранитель времени» в красных одеждах и звонил в колокольчик. Каждую четверть часа из средней дверцы выходил другой «хранитель времени» — на этот раз одетый в зеленое — и бил в барабан, отмечая четверть часа. Третий же «хранитель времени», одетый в пурпурные одежды, показывался в правой дверце. Он бил в колокол через каждые полчаса.

Колеса второго типа имели определенное количество «хранителей времени» в виде деревянных фигур, которые несли дощечки с обозначением соответствующего часа и четверти часа. В определенный момент эти фигуры появлялись в одном из этажей пагоды и указывали время.

Например, так называемое колесо с фигурами (14) для указания начала и середины двойного часа имело 12 «хранителей времени» для обозначения начала каждого сдвоенного часа и другие 12 — для обозначения получасов.

В начале каждого сдвоенного часа показывался «хранитель времени» в красных одеждах с дощечкой, указывающей час, а через каждые полчаса выходил хранитель в пурпурных одеждах со своей дощечкой.

Остальные четыре колеса в принципе ничем не отличались от колес, описанных выше. Некоторые из них обозначали четверти часа, другие указывали заход солнца, наступление вечера, раннего утра, рассвета и пр. Таким образом, этот механизм указывал больше моментов времени, чем даже современные часы.

Если принять во внимание только функцию указания времени, то это устройство можно считать несколько более сложным, чем механизм, изготовленный Лян Лин-цзанем и Чжан Сы-сюанем.

По одну сторону вала с восемью колесами было установлено большое водяное колесо (1), имеющее 72 коромысла. На наружной стороне каждой пары коромысел был установлен ковш, так что всего в конструкцию входило 36 ковшей. На конце вала водяного колеса находилась зубчатка (3), предназначенная для передачи усилия на нижнюю шестерню (4) вертикального вала (он назывался «небесным столбом») и приведения его во вращение. На вертикальном валу имелось еще два зубчатых колеса. Одно из них («среднее колесо», 5) вращало колесо (16) с 600 зубьями, другое («верхнее колесо», 6) приводило в движение армиллярную сферу (9), как схематично показано на рис. 4.

Другой вариант конструкции заключался в том, что посредине вала водяного колеса устанавливалась зубчатка для передачи вращательного момента «небесной опоре» (23) посредством цепи (24). Схема этого устройства показана на рис. 4 справа.

Механизм, который управлял водяным колесом и заставлял его равномерно вращаться, назывался «небесным рычагом включения» (рис. 5).

Когда уровень воды в ковше был ниже определенной величины, «небесная защелка» (1), правый «небесный запор» (2) и «запорная вилка» (7) не давали водяному колесу вращаться. Когда же вес воды достигал определенной величины, то под его давлением «язычок защелки» (10) и «запорная вилка» (7) опускались, левый «небесный запор» (3) и «небесная защелка» (1) поднимались, и водяное колесо могло снова вращаться.

После того как один ковш опрокидывался и вода из него вытекала, «язычок защелки» (10) и «запорная вилка» (7) снова поднимались, «небесная защелка» (1) и левый «небесный запор» (3) опускались, и водяное колесо опять не могло поворачиваться. Правый «небесный запор» соответствовал удерживающей защелке и не давал «небесному колесу» поворачиваться в обратном направлении.

По-видимому, два тяжелых противовеса, подвешенных на балансирующем рычаге (8) и «небесном рычаге включения», могли передвигаться вправо и влево, что позволяло регулировать скорость вращения водяного колеса.

Исключительно важным является то обстоятельство, что конструкция и назначение этого устройства приближаются к конструкции и назначению спускового механизма и защелки часовых механизмов последующих времен.

Чрезвычайно большое значение имела работа Су Суна «Конструкция механической армиллярной сферы и небесного глобуса» («Синсян фаяо»), написанная им в связи с его изобретением. В этой книге Су Сун дает не только систематическое и полное описание изобретений в области армиллярных сфер и небесных глобусов, но приводит около шестидесяти чертежей, благодаря чему мы теперь можем иметь более полное представление об устройстве астрономических приборов, приводимых в движение водой.

И действительно, но будь этих чертежей, нам было бы исключительно трудно понять устройство указанных приборов только на основании исторических описаний.

В «Записях музыки и календаре» («Люли цзи»), «Истории династии Сун» («Сун Шу») говорится, что в шестом месяце шестого года правления Сюань Хо (1124 г. н. э.) министр Ван Фу сконструировал астрономический прибор. Из описания видно, что изобретение это в целом основывалось на принципе, которым пользовались И Сян и Лян Лян-цзань в эпоху династии Тан.

В подлиннике говорится:

«Каждый раз, когда небесный глобус делал полный оборот, вращаясь влево, солнце поворачивалось на один градус, двигаясь вправо... Для

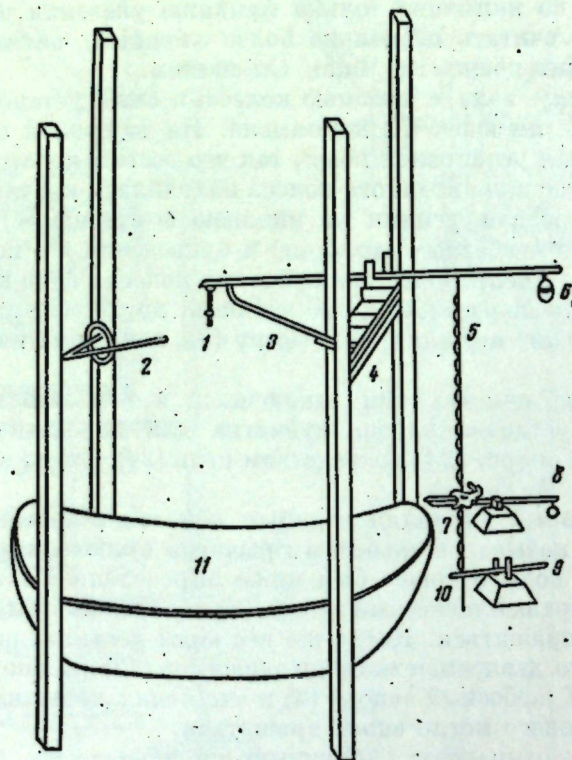


Рис. 5. Схема «небесного рычага включения», применявшегося для регулирования вращения водяного колеса

контролирования вращения водяного колеса позади ширмы находился «небесный рычаг». В качестве движущей силы пользовались водой. В общей сложности было 43 зубчатых колеса. Некоторые колеса вращались со скоростью 2928 зубьев в день, другие же поворачивались в течение пяти дней только на один зуб.

Можно сказать, что аппарат, в котором осуществляется вращение с такими различными скоростями и притом от одного источника энергии, по своему совершенству может соперничать с творениями самого Господа».

В биографии Го Шоу-цзиня, приведенной в «Сборнике прозы династии Юань» («Юань ваньлей»), говорится следующее:

«Во второй год правления Да Дэ (1298 г. н. э.) была построена обсерватория Лин Тай и был создан астрономический прибор, работавший от движения воды. В этот аппарат всего входило 25 колес различных размеров. Зубья их были сделаны из твердых пород дерева и входили в зацепление друг с другом. В верхней части прибора находился небесный глобус с нанесенной на нем градусировкой. Под определенным углом к глобусу стояли два колеса с установленными на них моделями Солнца и Луны. Глобус вра-

щался справа налево, а кольца вращались слева направо, причем скорость вращения колес была различной».

Из этих слов мы можем сделать следующие выводы.

1. В приборы, подобные прибору эпохи династии Тан, входили зубчатые колеса, вращавшиеся с различными скоростями в противоположных направлениях вокруг одной оси или почти совпадающих осей.

2. Ван Фу применил «небесный рычаг включения» Су Суна.

3. Системы шестерен, которыми он пользовался, были сложнее систем Су Суна. В его прибор входило не только большее количество шестерен, но и отношения скоростей в зубчатых передачах были значительно больше.

4. Шестерня, вращавшаяся со скоростью один зубец в пять дней, видимо, применялась для указания движения Солнца, так как если вся шестерня имела 73 зуба, то для совершения полного оборота требовалось 365 дней.

Другая особенность прибора Ван Фу заключалась в том, что детали его были сделаны не из бронзы, а из твердых пород дерева и нефрита.

ПЕРВЫЕ ЧАСОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ, СУЩЕСТВОВАВШИЕ НЕЗАВИСИМО ОТ АСТРОНОМИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ

В 1276 г. (т. е. в 13 г. правления Чжи Юаня династии Юань) Го Шоу-цзин в целях реформы календаря сконструировал тринадцать образцов астрономических приборов и устройств для измерения времени. Среди них была так называемая «ламповая клепсидра», которая стояла во дворце Дамин. Судя по тому, что говорят исторические источники, это был первый прибор, предназначенный исключительно для измерения времени.

В тексте говорится: «... На приборе было установлено двенадцать фигур. Каждая фигура появлялась в соответствующий момент в одной из четырех дверей, неся деревянную дощечку с обозначением сдвоенного часа. У дверей стояла другая фигура и указывала пальцем на цифру, соответствующую четверти двойного часа.

В четырех нижних углах находились четыре фигуры, которые держали соответственно: колокол, барабан, гонг и цимбалы. В первую четверть бил колокол, во вторую — барабан, в третью — гонг, в четвертую — звучали цимбалы. Помимо этих элементов, входивших во все астрономические приборы эпохи династии Сун, данный прибор имел две следующие особенности.

1. В прибор входили простейшие приспособления, которые автоматически показывали состояние прибора во время работы. Об этом говорится так: «Оба конца верхних брусьев были украшены головами драконов. По тому, как драконы открывали рты и вращали глазами, можно было судить о том, как поступает вода в верхний резервуар — быстро или медленно. На среднем бруссе находились два дракона, игравшие жемчужинами. По тому, перемещались ли они вверх или вниз, можно было определить оставался ли постоянным уровень в «сосуде регулирования уровня воды». Таким образом, все эти устройства имели определенное назначение».

2. В прибор входили фигуры животных, которые автоматически через определенные промежутки времени делали движения, указывая таким образом время.

Этим прибор в какой-то степени походил на европейские часы XVII в. «... Во-вторых, — говорилось дальше в тексте, — были сделаны фигуры дракона, тигра, птицы и черепахи. Они стояли в различных местах, делали определенные движения, отмечая четверти часа. При этом звучали цимбалы, расположенные внутри».

Судя по этому описанию, можно предположить, что Го Шоу-цзин не только пользовался зубчатыми передачами, но и применял очень сложный кулачковый механизм.

НЕЗАВИСИМЫЕ ЧАСОВЫЕ МЕХАНИЗМЫ

Как уже указывалось в предыдущем разделе, «ламповая клепсидра», находившаяся во дворце Дамина, существовала независимо от астрономического прибора.

В первые годы династии Мин, т. е. около 1360 г. н. э., Чжань Си-юань построил так называемую «пятиколесную песочную клепсидру», которая совершенно не была связана с астрономическим прибором и представляла первый образец независимых механических часов.

В «Астрономических записях» («Тяньвэнь цзи») «Истории династии Мин» («Мин Шу») говорится: «В начале династии Мин Чжань Си-юань принял во внимание, что клепсидра не может работать во время больших морозов, когда вода замерзает, и вместо воды применил песок. Но песок опускался слишком быстро и не указывал правильно движение небесной сферы. По

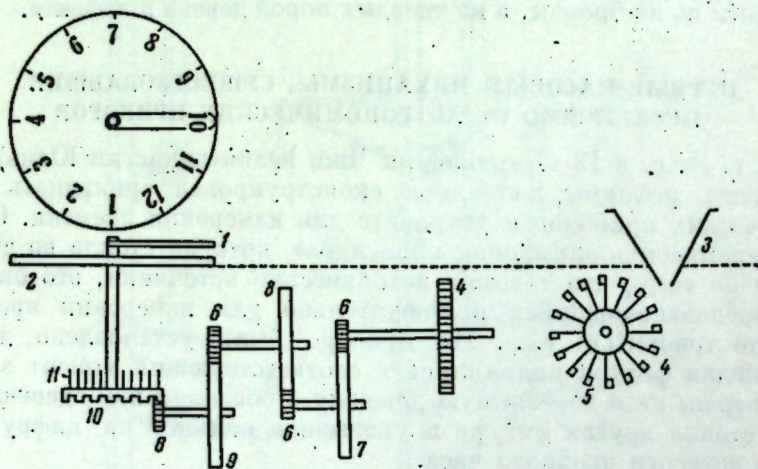


Рис. 6. Схема устройства пятиколесной песочной клепсидры, построенной Чжань Си-юанем около 1260 г. н. э.

этой причине рядом с колесом, к которому крепились ковши, было установлено четыре других колеса с 36 зубьями каждое».

Этот прибор подробно рассмотрен в статье Сун Лянця «Описание пятиколесной песочной клепсидры», помещенной в сборнике «Удивительные описания прозы династии Мин» («Минвэнь Цзишан»).

На рис. 6 показана схема устройства этого аппарата.

Колесо с ковшами (4) для воды или песка автор называет «первым колесом» (5). На нем имелось 16 ковшей. На одном конце вала колеса была установлена шестерня (6) с шестью зубьями. Она приводила в движение «второе колесо» (7) с 36 зубьями. На конце вала «второго колеса» была смонтирована шестерня (8) с шестью зубьями, от которой работало «третье колесо» (9) с 36 зубьями.

Таким образом, первое колесо приводило в движение второе, второе — третье, и так до четвертого колеса (9). Шестерня, установленная на конце вала «четвертого колеса», приводила в движение «центральное колесо» (10), вращавшееся горизонтально. Верхний конец вертикального вала «центрального колеса», на котором был смонтирован горизонтальный указатель (1), проходил через середину циферблата (2). На циферблате были написаны названия двенадцати китайских двоек часов, которые, в свою очередь, делились на 100 четвертей. По обе стороны циферблата находились две фигуры в желтых одеждах, причем одна из них была в барабан, а другая — в гонг.

Из слов Сун Лянця о том, что движения «первого колеса» управлялись «небесным рычагом включения», можно сделать вывод, что для регулирования вращения колеса с ковшами Чжань Си-юань тоже пользовался «небесным рычагом включения», который входил в конструкцию астрономического аппарата Су Суна.

Что же касается зубчатых передач, то они были аналогичны зубчатым передачам европейских часов последующих эпох.

В «Астрономических записях» («Тяньвэнь цзи») «Истории династии Мин» («Мин Шу») говорится следующее: «Позднее Чжоу Шу-сюэ, учитывая, что отверстие было слишком мало и песок часто застревал в нем, усовершенствовал прибор, применив вместо пяти шесть колес. Каждое из этих колес имело 36 зубьев. Отверстие было несколько увеличено, и вращение колес соответствовало времени, указанному на циферблате».

Первоначально имелось четыре пары шестерен. Отношение скорости каждой пары было равно 6, а всей системы — 1296, т. е. если указатель совершал один оборот в день, то «первое колесо» должно было сделать 1296 оборотов.

После изобретения, сделанного Чжоу Шу-сюэ, было установлено пять пар шестерен. Отношение скорости для каждой пары равнялось 5, а всей системы шестерен — 3125, т. е. если за день указатель делал один полный оборот, то «первое колесо» должно было за это же время совершить 3125 оборотов.

Впоследствии отверстие для песка было еще несколько увеличено для того, чтобы песок высыпался, не встречая задержки.

В той же книге говорится: «Когда император Тай Цзу династии Мин свергнул династию Юань, служитель, заведовавший астрономией во время предшествующей династии, предложил ему клепсидру, у которой некоторые части были сделаны из горного хрусталя».

В клепсидру входили две фигуры, которые в соответствующий момент били в гонг и барабан. Но император Тай Цзу решил, что такая клепсидра ему не нужна и приказал разбить ее на куски».

Следовательно, в первый период династии Мин, несмотря на то, что была построена обсерватория и отлита армиллярная сфера, изучением автоматических и механических приборов для измерения времени не занимались.

Около 1600 г. н. э. в Китай приехал Матео Риччи, который и познакомил китайцев с европейскими часами.

Можно считать, что в течение более двух веков царствования династии Мин Китай не сделал дальнейшего прогресса в области приборов для измерения времени.

* * *

Из анализа имеющихся в нашем распоряжении исторических материалов об изобретении в Китае приборов для измерения времени следует, что, помимо солнечных часов и клепсидр, существовавших в очень далекое время, уже во время Чжан Хэна (около 130 г. н. э.), т. е. более 1800 лет тому назад, для счета времени, весьма вероятно, применялись системы зубчатых колес и кулачков.

В период Гай Юань (около 725 г. н. э.) династии Тан И Сян и Лян Лин-цань изобрели механические приспособления, которыми, по-видимому, пользовались для показания времени и которые были гораздо сложнее приборов предыдущих лет. Очевидно, изобретатели также воспользовались системой шестерен и кулачков, но это изобретение стояло на более высокой ступени, так как в него входили две или три шестерни с различными скоростями вращения и одной и той же осью (либо очень близкими осями) вращения.

Это был значительный шаг вперед в развитии механических устройств для передачи усилий.

Что касается применения систем зубчатых колес и кулачков, то устройства, сделанные Чжан Сы-сюанем (979 г. н. э.) и Су Суном (1089 г. н. э.), жившими при Северной династии Сун, по степени сложности далеко уступали системам их предшественников, живших при династии Тан.

Су Сун дал исчерпывающее описание устройства «небесного рычага включения», т. е. той части механизма, которая регулировала скорость вращения водяного колеса. Это описание имеет большое значение, так как позволяет судить об устройстве механических приборов для измерения времени, созданных при различных династиях.

Судя по всему, приспособления, изобретенные Ван Фу в последние годы Северной династии Сун (1124 г. н. э.), повторяют первоначальную конструкцию И Сина и Лян Лин-цзяня династии Тан.

Усовершенствования, сделанные Го Шоу-цзинем (1276 г. н. э.) в первые годы династии Юань, показывают, что в этот период приборы для измерения времени уже отделились от астрономических устройств и что создатели их стали чаще применять кулачки. По-видимому, уже тогда было несколько приспособлений, показывающих рабочее состояние самого аппарата.

К сожалению, мы еще не можем с полной уверенностью утверждать, что именно представляли собой эти приспособления. В руках Чжань Си-юаня (около 1330 г. н. э.) прибор превратился в часы, независимые от астрономического устройства. Изобретатель пользовался вполне законченными системами зубчатых колес и кулачков, а также различными механизмами для контроля скорости вращения колеса с ковшами.

По сравнению с часовыми механизмами последующих эпох, этот прибор отличался одним недостатком: в нем не было указателя минут, который бы вращался вокруг оси указателя часов, но имел бы другую скорость.

Европейские приборы для измерения времени тоже прошли два этапа развития — этап водяных и этап механических часов. Но, очевидно, в XIII в. они еще не прошли стадию водяных часов. Только в XIV в. (около 1370 г.) впервые появились относительно совершенные системы зубчатых колес в знаменитых часах Дэ Вика. Однако процесс перехода от водяных часов к механическим до сих пор еще не ясен.

В статье «Китайские астрономические часы» доктора Нидхэма, опубликованной в журнале «Nature», май, 1956 г., говорится:

«Проблема снижения скорости вращения колеса для постоянного поддержания ее в соответствии с дневным вращением небесной сферы впервые была разрешена в Европе в начале четырнадцатого века нашей эры. И далее: «... изучение некоторых средневековых китайских текстов... позволяет установить, что в Китае между седьмым и четырнадцатым веками существовала старая традиция изготовления астрономических часов». Более того, д-р Нидхэм рассматривает механизм «небесного рычага включения» Су Суна как недостающее звено между способом определения времени при помощи устойчивого потока жидкости и способом, основанным на механических колебаниях какой-либо системы.

В заключение он говорит: «Таким образом, оказывается, что китайская традиция создания астрономических часов являлась почти прямым предком европейских механических часов позднего средневековья» и что «время заимствования их скорее совпадает с эпохой Крестовых походов (как в случае с ветряными мельницами), чем с эпохой Pax Tartarica¹ и Марко Поло».

Мы согласны с гипотезой Нидхэма и надеемся, что дальнейшие исследования окончательно подтвердят эти предположения.

Монгольская империя.

В. Н. СОКОЛЬСКИЙ

РАБОТЫ СОВЕТСКИХ УЧЕНЫХ ПО РАСЧЕТУ САМОЛЕТА НА ПРОЧНОСТЬ (1918—1925)

Перед советским государством с первых дней его существования встала задача создания воздушного флота. Задача эта, однако, осложнялась крайне тяжелым экономическим положением страны, которое еще более усугублялось начавшейся гражданской войной и иностранной интервенцией. Число авиационных заводов значительно уменьшилось, производство самолетов было почти полностью свернуто.

Положение, сложившееся в стране, не могло не отразиться на работе авиационных научно-исследовательских учреждений. В начале 1918 г. Авиационно-испытательная станция Морского ведомства в Петрограде резко сократила объем своей работы, а в сентябре этого же года она была расформирована. Главный аэродром в г. Херсоне оказался отрезанным от Советской республики и, естественно, не мог быть использован. Продолжало работу лишь возглавлявшееся Н. Е. Жуковским Авиационное расчетно-испытательное бюро при аэродинамической лаборатории МВТУ.

С июля 1917 г. по июль 1918 г. расчетно-испытательное бюро (РИБ) выполняло следующие работы, связанные с вопросами прочностного расчета самолетов:

- а) составило расчеты прочности 5 аэропланов;
- б) произвело ряд опытных испытаний деталей аэропланов на прочность в связи с вопросами, возникающими при расчетах;
- ...в) исполнило работы по выяснению влияния на напряжение в частях аэроплана различных эволюций;
- и) произвело опытное исследование нескольких аэропланов в полете;
- к) составило ряд регулировочных чертежей для затяжки проволок в различных типах аэропланов¹.

Из перечисленных выше работ особо следует остановиться на опытах В. П. Ветчинкина по определению нагрузок, действующих на самолет в полете, выполненных им в 1918 г. в «Летучей лаборатории»².

Вопрос о необходимости проведения таких опытов был поднят еще в ноябре 1916 г., когда Комиссия по выработке норм для расчета самолетов приняла решение «просить расчетно-испытательное бюро выяснить расчет-

¹ Научно-технический архив Лаборатории № 4 ЦАГИ. Отчет № 3266 за 1956 г., стр. 169—170.

² «Летучая лаборатория» была создана в марте 1918 г. при Московском областном комиссариате. В ней проводились исследования самолетов в полете с целью улучшения их качеств и повышения безопасности полета. Учредителем и начальником лаборатории был Б. И. Россинский, а ее научным руководителем — Н. Е. Жуковский.

ным и опытным путем те напряжения, которые получаются при выражах, выравнивании аппарата и от инерционных сил»³.

Однако, ввиду отсутствия у РИБ необходимой экспериментальной базы, эту задачу удалось осуществить лишь в 1918 г., после создания «Летучей лаборатории» Б. И. Россинского, давшей возможность сотрудникам РИБ приступить к проведению летных испытаний.

С апреля по июнь 1918 г. было совершено шесть полетов⁴, во время которых удалось собрать обширный опытный материал. Ветчинкин ставил перед собой задачу определения величины сил, действующих на самолет при совершении им различных эволюций и при полете в неспокойном воздухе (порывы ветра). Для этой цели он измерял ускорения, испытываемые самолетом в полете, применяя в качестве простейшего перегрузочного прибора обыкновенные пружинные весы (вследствие отсутствия специальной аппаратуры). Вскоре им же был сконструирован более совершенный прибор для определения перегрузки — акселерометр (см. рис. 1), опытный образец которого был изготовлен к 1 июня 1918 г.⁵

Проанализировав результаты, полученные во время полетов, Ветчинкин пришел к выводу, что значение полетной перегрузки может колебаться от -2 (т. е. в направлении сверху вниз) до $+4$. Кроме того, он указал, что каждый самолет «... должен быть рассчитан и с надежностью выдерживать попеременное действие той и другой максимальной нагрузок, не только не ломаясь, но и не растягиваясь от них» (т. е. без сохранения остаточных деформаций)⁶.

Исходя из этого, Ветчинкин в работе «Схема расчета аэроплана на прочность»⁷ рекомендовал принимать для истребителей восьмикратный запас прочности⁸, так как он считал, что разрушающие нагрузки должны были в два раза превосходить эксплуатационные. «Научные полеты» Ветчинкина дали возможность накопить богатый экспериментальный материал, который в дальнейшем сыграл большую роль при разработке отечественных норм прочности.

В июне 1918 г. была составлена программа работ РИБ на 1918—1919 гг., в которой по-прежнему большое внимание уделялось вопросам прочностного расчета самолетов. Были намечены следующие работы:

1. Составление регулировочных чертежей на затяжку проволок для 4-х боевых и школьных аэропланов, не считая начатых в прошлом году.
3. Проверочные расчеты 5 аэропланов (аэродинамические и прочности).

³ Журнал № 1 заседаний 14 и 16 ноября 1916 г. ЦГВИА, ф. 493, оп. 10, д. 92, лл. 1—2.

⁴ В. П. Ветчинкин. Отчеты о научных полетах. Труды авиационного отдела «Летучей лаборатории». М., 1918, стр. 11—55.

⁵ Там же, стр. 16—17, 43.

⁶ Там же, стр. 32.

⁷ В. П. Ветчинкин. Схема расчета аэроплана на прочность. Труды РИБ. М., 1918.

⁸ В то время под запасом прочности понимали отношение разрушающей нагрузки к весу самолета.

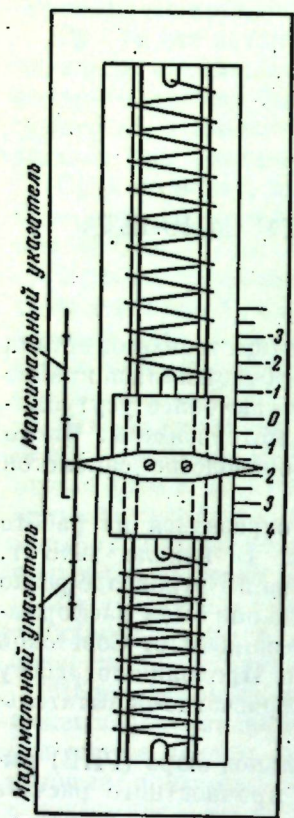


Рис. 1

5. Опытные исследования аэропланов на перегрузки в воздухе: а) от порывов ветра в зависимости от скорости полета и силы ветра; б) при необходимых эволюциях; в) на перегрузки во время фигурных полетов.

12. Исследование прочности материалов и деталей аэроплана в связи с вышеприведенной программой работ»⁹.

Далее в программе указывалось, что в первую очередь должны быть закончены расчеты самолетов Ньюпор 17, 21, 23, Спад и Викинг, представлены в предварительном виде все регулировочные чертежи для самолетов Фарман 30, Вуазен, Сопвич, Ньюпоры 17, 21, 23 и обработаны результаты опытов по выяснению влияния различных эволюций на напряжения в частях самолета.

Программа работ была довольно обширной и свидетельствовала о том, что сотрудники РИБ ставили перед собой задачу разрешения как теоретических, так и практических вопросов, интересовавших авиационных работников. Однако бюро все же не могло заниматься разрешением всех задач, стоявших перед отечественной авиацией. Необходимо было создать крупный научно-исследовательский центр, который смог бы объединять и координировать деятельность всех лабораторий и организаций, занимавшихся вопросами авиации и аэродинамики. Таким центром должен был, по замыслу его организаторов, стать Центральный Аэро-гидродинамический институт (ЦАГИ), который был создан в декабре 1918 г. при Научно-техническом отделе ВСНХ.

Создание ЦАГИ сыграло огромную роль в развитии авиационной науки в СССР. Объединив большинство ученых, работавших в области авиации, и быстро развиваясь, ЦАГИ очень скоро стал крупным научно-исследовательским центром, работы которого приобрели мировую известность.

Работой ЦАГИ руководила коллегия, во главе которой стоял Н. Е. Жуковский. В состав Коллегии входили В. П. Ветчинкин, Б. С. Стечкин, А. Н. Туполев, С. А. Чаплыгин (ставший после смерти Н. Е. Жуковского председателем Коллегии), Б. Н. Юрьев и другие ученые.

В первые годы в работах ЦАГИ наибольшее внимание уделялось изучению законов сопротивления воздуха движущимся в нем телам. Однако, наряду с вопросами аэродинамики, в тематике работ ЦАГИ в этот период находили отражение и другие проблемы, в том числе вопросы прочности самолетов.

Так, например, одной из задач, стоявших перед Отделом изучения и разработки конструкций, являлось «улучшение существующих типов аэропланов со стороны прочности»; Авиационный отдел наметил проведение статиспытаний; в Общетеоретическом отделе было намечено исследование совместного действия изгиба и сжатия и произведен расчет на прочность самолета Спад¹⁰. Расчетом самолета Спад занимался А. А. Семенов. Одновременно В. И. Лебедев проводил проверку прочности самолета Сопвич¹¹. Всего за 1919 г. в ЦАГИ были произведены расчеты на прочность 11 самолетов¹².

⁹ Программа работ Расчетно-испытательного бюро на 1918—1919 гг. ЦГАКА, ф. 29, оп. 15, д. 43, лл. 15—16. Сделана выборка лишь тех работ, которые относятся к вопросам прочностного расчета самолетов.

¹⁰ Доклад о деятельности ЦАГИ ВСНХ за период с 1 декабря 1918 г. по 25 марта 1919 г. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 29, лл. 9—14.

¹¹ Протокол № 8 заседания Коллегии ЦАГИ за 1919 г. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 862, л. 8 об.

¹² Данные взяты из «Общего обзора деятельности ЦАГИ до 1 января 1920 г.», составленного В. А. Архангельским. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 532, лл. 195—196. Следует, однако, иметь в виду, что, хотя до лета 1919 г. РИБ и ЦАГИ существовали как самостоятельные организации, но поскольку ряд сотрудников — Жуковский, Туполев, Ветчинкин, Лебедев, Семенов и др. — работали одновременно в ЦАГИ и РИБ, то в отчетах о деятельности этих организаций встречается некоторое дублирование. Так, например, в обоих от-

В ЦАГИ в этот период проводилась также разработка ряда теоретических вопросов — по динамике полета, по прочности и устойчивости аэроплановых ферм и многопролетных балок в самолетостроении.

В 1920 г. работы в области расчета на прочность продолжались. Были произведены полные поверочные расчеты прочности самолетов Пороховникова и Д. Н. 4. Общеаэротехническим отделом был разработан вопрос о работе ферм, применяемых в самолетостроении, на кручение. В июле 1920 г. полученные результаты были применены к расчету триплана КОМТА.

Интересная работа была проведена по усилению нижнего крыла самолета Ньюпор. Согласно проекту, разработанному французскими инженерами, на нижнем крыле был поставлен один лонжерон. Его недостаточная прочность неоднократно приводила к авариям (случаи с военными летчиками Фоминым, Бирко и др.). ЦАГИ несколько раз ставил вопрос о желательности постановки второго лонжерона, но заводы продолжали строить самолеты по французским чертежам. Только после протеста со стороны летчиков вопрос об усилении нижнего крыла был решен положительно, и сотрудниками ЦАГИ был произведен расчет добавочного лонжерона с тем, чтобы повысить прочность Ньюпора, не ухудшая его аэродинамических свойств¹³.

Проведение в ЦАГИ научно-исследовательской работы в области авиации сильно осложнялось тем, что Институт не располагал необходимой экспериментальной базой и имел крайне ограниченные возможности для проведения летных испытаний.

Научной коллегией «Летучей лаборатории» была намечена на лето 1919 г. довольно обширная программа работ. Значительное место в ней отводилось опытам по определению нагрузок, действующих на самолет в полете. На заседании Коллегии по утверждению плана работ на летний период Ветчинкин предложил «закончить опыты, начатые в прошлом году, и в связи с этим провести ряд испытаний, в том числе полеты на исследование перегрузок в воздухе от порывов ветра при различных атмосферных условиях и для аппаратов с различными нагрузками на единицу поверхности»¹⁴. Коллегия приняла предложение Ветчинкина и указала, что средства на эти опыты будут отпущены. В решении Коллегии указывалось, что для проведения измерений в полете необходимо было изготовить еще два перегрузочных прибора системы Ветчинкина, причем подчеркивалось, что желательно снабдить эти приборы самопишущими барабанами. Однако осуществить намеченную программу не удалось, так как к этому времени в распоряжении «Летучей лаборатории» фактически уже не было годных самолетов¹⁵.

В августе 1919 г. Особая коллегия Главвоздухфлота, обследовав состояние дел в расчетно-испытательном бюро и аэродинамической лаборатории МВТУ, нашла, что «одной из наиболее важных причин нашей отсталости в области авиации является отсутствие в стране мощного Научно-технического органа, каковым прежде являлся Главный аэродром»¹⁶ и для исправления существующего положения признала необходимым немедленно приступить к организации «летающей лаборатории»¹⁷, для чего выделила одно

четях упоминаются расчеты на прочность самолетов Спанд, Виллерс, Сонвич и Пороховникова. См. указ. обзор, а также Отчет о работах РИВ за II полугодие 1918 г. и за I полугодие 1919 г. ЦГАКА, ф. 29, оп. 15, д. 43, лл. 34—35.

¹³ Работы ЦАГИ за январь—август 1920 г. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 532, л. 198.

¹⁴ Протокол 1 заседания Научной коллегии «Летучей лаборатории». Научный архив музея Н. Е. Жуковского, д. 15, лл. 9—10.

¹⁵ Там же, л. 29.

¹⁶ Приказ № 44 по военному воздушному флоту РСФСР от 25 сентября 1919 г. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 352, л. 44.

¹⁷ Не следует смешивать с «Летучей лабораторией» Б. И. Россинского. В данном случае шла речь о совершенно новой организации, также получившей название «летающей лаборатории».

из звеньев 48-го авиаотряда «для исключительного обслуживания научных нужд авиации».

Это решение дало возможность поставить вопрос о создании в ЦАГИ нового Летного отдела, который должен был заниматься вопросами динамики полета, устойчивости и всевозможных летных испытаний¹⁸.

В ноябре 1919 г. вопрос о создании Летного отдела был обсужден на заседании Коллегии ЦАГИ. На этом же заседании Ветчинкин доложил программу первой серии полетов в «летающей лаборатории». Большой интерес представляли намеченные «полеты на статистику перегрузок в воздухе (для установления наименьшего запаса прочности в нефигурных самолетах)», во время которых предполагалось произвести «полеты на самолетах с различной нагрузкой на квадратный метр площади крыльев с различными скоростями (при разных углах атаки) на каждом из них, во всякую погоду, во время воздушной качки летом, около полудня, в ветер, если возможно, то и в бурю»¹⁹.

В январе 1920 г. Летный отдел при ЦАГИ был организован. Разработан был также проект создания нового Главного аэродрома в Москве, необходимого для развития отечественной авиации²⁰. Однако развернуть деятельность Летного отдела в задуманных масштабах не удалось из-за экономических трудностей, стоявших перед страной. Последствия войны и иностранной интервенции сказывались во всем, крайне затрудняя проведение научно-исследовательской работы.

Но и в этих тяжелых условиях советским авиационным специалистам удалось добиться ряда успехов. «За отчетный период, — говорилось в отчете о работе ЦАГИ за 1921—1923 гг., — Институт, несмотря на хронический недостаток средств, неоднократное сокращение штатов и общие малоблагоприятные условия, — вырос, окреп и окончательно сложился»²¹. За эти годы в ЦАГИ были выполнены следующие работы в области прочностного расчета самолетов²²: в 1921 г. В. П. Ветчинкиным была написана работа, в которой рассматривались вопросы расчета сжатопрогнутой стоек и балок (лонжеронов) по методу Н. Е. Жуковского²³; в том же году Н. Г. Чепцовым были решены задачи по расчету пространственных ферм на кручение (при небольшом числе пролетов) и о графическом распределении изгибающих моментов в лонжеронах (круги Чепцова)²⁴; в 1922 г. Общеаэротехническим отделом был произведен поверочный расчет фермы самолета КОМТА.

В мае 1922 г. в ЦАГИ была создана Секция испытания материалов²⁵, на которую было возложено исследование материалов, применяемых в самолетостроении, и экспериментальная проверка методов расчета самолета на прочность. Вскоре Секцией при постройке самолета АК-1 было проведено первое в СССР испытание на прочность лонжерона крыла²⁶.

¹⁸ Протокол № 49 заседания Коллегии ЦАГИ 4 ноября 1919 г. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 352, лл. 44—45.

¹⁹ Там же.

²⁰ Работы ЦАГИ за январь—август 1920 г. ЦГАОР, ф. 3429, оп. 60, д. 532, л. 202.

²¹ Отчет о деятельности ЦАГИ за время с 1 января 1921 г. по 1 октября 1923 г. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 863, л. 1.

²² Там же, лл. 4, 7.

²³ Работа была впервые опубликована в 1923 г. См. «Вестник воздушного флота», 1923, № 2, стр. 74.

²⁴ Этот способ, значительно облегчавший и упрощавший расчет, был предложен Н. Г. Чепцовым еще в 1919 г., разработан им в 1921 г., однако в печати был подробно изложен лишь в 1928 г., в статье А. А. Горюнова «Графический расчет сжато-изогнутых балок» («Техника воздушного флота», 1928, № 1, стр. 1).

²⁵ Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 863, л. 50.

²⁶ В. Л. Александров. Пассажирский самолет ЦАГИ типа АК-1. «Труды ЦАГИ», вып. 17, М., 1923, стр. 61—63.

Испытание проводилось в механической лаборатории Секции. При проведении опыта стремились создать условия, аналогичные тем, в каких работает лонжерон в полете, т. е. совместное действие изгиба и сжатия. Лонжерон был подвешен на тросах за узел и упирался в стену. К нему было подвешено 12 платформ, расположенных на расстоянии 500 мм одна от другой (рис. 2). Эти платформы нагружались, по возможности, одновременно.

Разрушение лонжерона произошло при нагрузке, равной 1734 кг, что соответствовало запасу прочности $n=3,4$, в то время как, согласно германской регламентации, принятой при постройке самолета, требовался запас

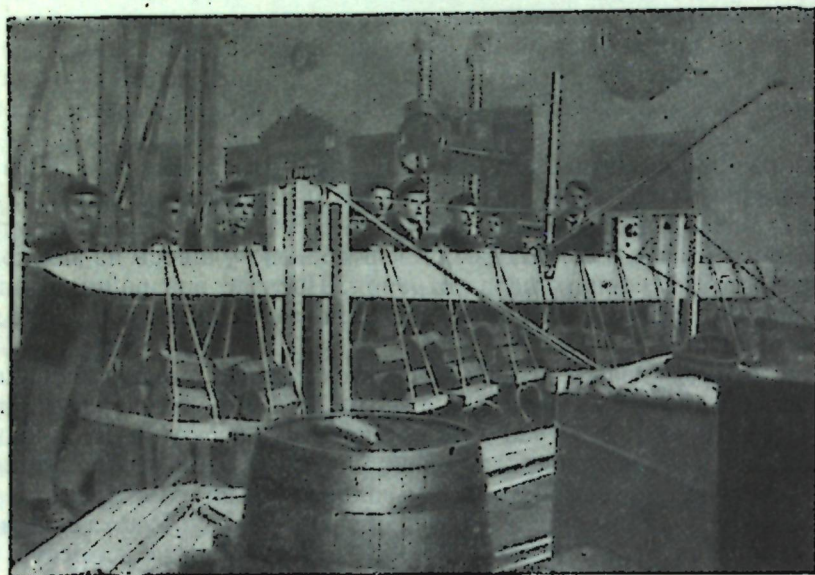


Рис. 2

прочности, равный 4,5. В дальнейшем прочность лонжерона была повышена.

Большая работа по разработке методов расчета металлических конструкций была проведена созданной при ЦАГИ Комиссией по постройке металлических самолетов, в которую вошли сотрудники Авиационного отдела и Секции испытания материалов.

Согласно методике, принятой Комиссией, каждая вновь создаваемая конструкция обязательно должна была быть подвергнута испытаниям. Такой подход, хотя и несколько замедлял работу по конструированию самолетов, но зато давал уверенность в правильности принятых методов расчета. В результате ряда испытаний было установлено почти полное совпадение расчетных и экспериментальных данных. Так, при испытании металлического лонжерона (рис. 3), рассчитанного на 8,5-кратный запас прочности, разрушение произошло при нагрузке, соответствовавшей коэффициенту перегрузки $n=8,55$ ²⁷.

В 1922—1923 гг. продолжалась работа по созданию советских норм прочности. Выше уже упоминалось, что тяжелые условия периода гражданской войны и иностранной интервенции не дали советским ученым возможности выработать собственные нормы прочности. Поэтому все эти годы в СССР работали по иностранным нормам, преимущественно немецким (BLV-1918).

²⁷ Отчет о деятельности ЦАГИ за время с 1 января 1921 г. по 1 октября 1923 г. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 863, л. 67.

Однако перед советскими авиационными специалистами продолжал стоять вопрос о разработке отечественных норм прочности. При ЦАГИ была создана Комиссия по выработке норм для расчета самолетов²⁸, которая ставила перед собой задачу разработать стандартные нормы расчета самолетов на прочность, в зависимости от их веса и назначения, и установить рекомендуемые методы расчета бипланых ферм, лонжеронов, нервюр и фюзеляжа. Вел работу в этом направлении и Общетеоретический отдел ЦАГИ. В отчете о работе Отдела за 1923 г. указывалось: «Приступлено к разработке норм для

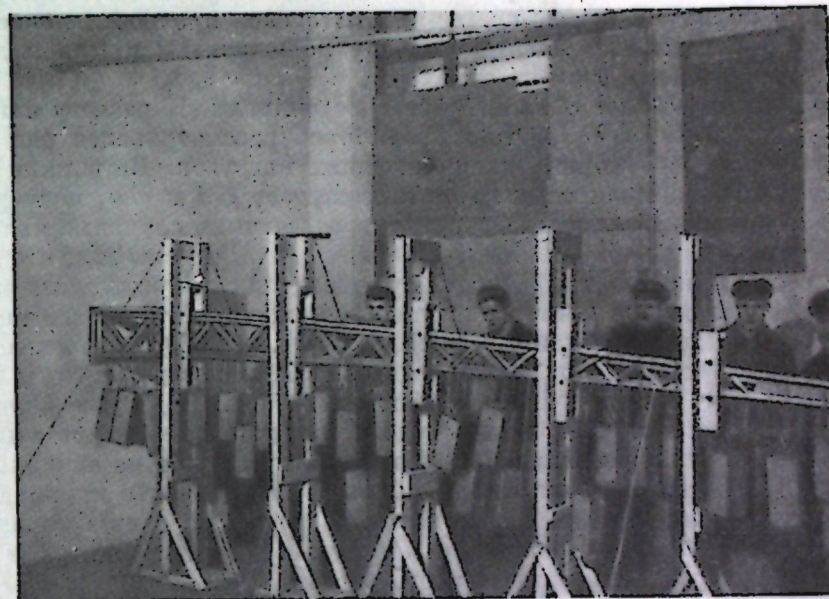


Рис. 3

расчета аэроплана на прочность. В настоящее время выполнена часть работы, касающаяся определения нормальных расчетных нагрузок»²⁹.

К 1924 г. в СССР были выработаны «временные русские нормы расчета и статических испытаний самолетов», или, как их еще называли, «временные союзные нормы 1924 г.» Временными их считали потому, что они были составлены главным образом на основании теоретической разработки вопросов динамики полета и не подкреплялись должным образом экспериментом³⁰.

Советская авиационная промышленность, только еще начинавшая складываться, не могла уделять так много времени и средств на проведение испытаний в полете, как это делалось за границей, и поэтому в значительной степени была вынуждена довольствоваться результатами, полученными за рубежом. В СССР в первой половине 20-х годов полетных испытаний проводилось очень мало³¹. Поэтому советские ученые стремились использовать для проведения наблюдений и исследований каждую представляющуюся возможность.

Богатый опытный материал для исследований дали Вторые всесоюзные планерные испытания, проведенные в сентябре 1924 г. в Крыму. Полученный материал был подвергнут тщательному исследованию специальной Ко-

²⁸ Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 1226, л. 1.

²⁹ Там же, д. 863, л. 8.

³⁰ Краткий очерк истории ЦАГИ. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 860, л. 25.

³¹ Следует упомянуть о полетах Ветчинкина летом 1924 г. См. «Труды ЦАГИ», вып. 25. М., 1926, стр. 35.

миссией по изучению опыта этих испытаний. Комиссия нашла, что «одной из наиболее слабых сторон на Всесоюзных испытаниях была недостаточная прочность планеров и чрезмерная кустарность методов постройки, что и повлекло за собой несколько аварий»³².

Это обстоятельство и обусловило то, что в «Сборнике по изучению опыта Вторых всесоюзных планерных испытаний», выпущенном в 1925 г. Авиахимом, подавляющая часть статей была посвящена прочностным вопросам. В работах В. П. Ветчинкина, Е. И. Майорова, Г. Ф. Проскура и В. С. Пышнова рассматривались нормы расчета планеров на прочность, перегрузки, вызываемые порывами ветра, коэффициенты запаса прочности планеров и самолетов, распределение нагрузки между лонжеронами крыла и другие вопросы прочностного расчета самолетов.

Особо следует остановиться на работе Ветчинкина «К расчету нагрузок на лонжероны крыльев самолета»³³, в которой рассматривался ряд принципиальных вопросов нормирования внешних нагрузок. Ветчинкин предложил изменить формулировки расчетных случаев «В» и «Д», подчеркнув, что наиболее опасными, а, следовательно, и расчетными случаями являются те, где действуют инерционные силы. Наряду с этим он отметил, что и сам подход к составлению норм прочности путем задания для различных расчетных случаев положения центра давления и величины крутящего момента являлся уже устаревшим, так как если до 1918 г. при более или менее однотипных крыльевых профилях такой подход себя оправдывал, то в послевоенный период, при большом разнообразии новых форм профилей, он уже не мог во всех случаях давать удовлетворительные результаты.

Этого же мнения придерживалась Комиссия по выработке авиационных норм при ЦАГИ, которая высказала мысль о необходимости индивидуального подхода к расчету прочности каждого нового образца самолета на основании продувок в аэродинамической лаборатории и постановила в кратчайший срок разработать методы такого расчета.

Большое влияние на развитие методов расчета на прочность оказал переход к металлическому самолетостроению, который в СССР относится к 1923 г., когда приступили к проектированию первого советского цельнометаллического самолета АНТ-2. Этим было положено начало нового этапа в развитии советского самолетостроения.

В 1924—1925 гг. были проведены статические испытания металлического самолета фирмы Юнкерс (Ю-21)³⁴. Вопрос о его прочности имел большое значение, так как предстояло решить целесообразно ли в дальнейшем заказывать самолеты этого типа.

В октябре 1924 г. в ЦАГИ под председательством И. И. Сидорина была создана комиссия по испытанию самолета Ю-21, которая занялась разработкой программы и методов испытаний. Поскольку речь шла о целесообразности дальнейших заказов, то при проведении статических испытаний все методы закрепления частей самолета, нагружения и производства отсчетов были согласованы с фирмой Юнкерс.

К середине февраля 1925 г. была закончена основная часть работы: были испытаны на прочность фюзеляж, оперение, стойки и крыло на случай «А». Испытания показали³⁵, что фюзеляж и оперение обладали избыточной

³² Сборник по изучению опыта Вторых всесоюзных планерных испытаний. М., 1925, стр. 3.

³³ Там же, стр. 32.

³⁴ См. об этом Е. И. Савков. Статическое испытание металлического самолета. «Вестник воздушного флота», 1926, № 1, стр. 46, а также архивные материалы. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 853.

³⁵ Заключение по поводу статического испытания самолета Ю-21. Архив музея Н. Е. Жуковского, д. 853, л. 19.

прочностью, а крыло, хотя и соответствовало нормам германской регламентации (BLV-1918), но обладало меньшим запасом прочности, чем это требовали нормы более позднего времени, например, английские нормы 1920 г. или временные союзные нормы 1924 г.

На основании материалов проведенных испытаний Техническая секция НК УВВС приняла решение: «от дальнейших заказов на Ю-21 отказаться»³⁶. В июне к этому мнению присоединилась и Коллегия ЦАГИ³⁷.

Переход к металлическому самолетостроению ставил перед учеными, занимавшимися вопросами прочности, ряд новых задач. Наиболее важной и сложной задачей являлось создание методики расчета на прочность крыльев с работающей обшивкой. В связи с этим в программу работ Общетеоретического отдела ЦАГИ на 1924—1925 гг. было включено исследование прочности самолетов с жесткой обшивкой³⁸. Большую работу в этом направлении проводил также Отдел аэрогидроопытного самолетостроения (АГОС) ЦАГИ, в частности, руководитель группы крыла АГОС В. М. Петляков, много сделавший для разработки инженерной методики расчета на прочность свободнонесущих крыльев³⁹.

Однако задача расчета на прочность конструкций с работающей обшивкой была исключительно сложной, и решить ее полностью в рассматриваемый период не удалось⁴⁰.

Завершение восстановительного периода и начало социалистической индустриализации страны давали возможность развернуть работу по созданию отечественной авиационной промышленности. Это обусловило усиление темпа исследований в области теории прочностного расчета самолетов, разработкой которой занимались в СССР в этот период В. П. Ветчинкин, Е. И. Майоров, В. С. Пышнов, Н. Г. Ченцов, А. М. Черемухин, М. М. Шиммарев и другие советские авиационные специалисты.

В эти годы в СССР большое внимание уделялось теоретической подготовке инженерно-технических кадров авиационной промышленности. В 1924—1925 гг. были изданы работы В. П. Ветчинкина⁴¹, А. М. Черемухина⁴², Е. И. Майорова⁴³ и др., в которых излагались основные положения расчета самолета на прочность. Характерной особенностью этих работ являлось то, что они, как правило, представляли собой конспекты лекций, прочитанных по вопросам прочностного расчета самолетов.

В эти же годы продолжалась работа по созданию советских норм прочности. К сентябрю 1925 г. инженерами Общетеоретического отдела ЦАГИ А. А. Горьким и Г. И. Кузьминым, работавшими под руководством В. Л. Александрова и В. П. Ветчинкина, была подготовлена статья «Нормы прочности самолетов при статических испытаниях»⁴⁴, в которой был дан критический анализ отечественных и иностранных материалов по нормированию внешних нагрузок. На основании этого анализа Общетеоретическим

³⁶ Выписка из журнала № 29-с заседания Технической секции НК УВВС. Там же, л. 25.

³⁷ Сведения о самолете Ю-21. Там же, л. 62.

³⁸ Программа работ Общетеоретического отдела ЦАГИ на первый квартал 1924/25 г. ЦГАКА, ф. 29, оп. 13, л. 49, л. 6.

³⁹ Р. И. Виноградов и А. В. Минаев. Краткий очерк развития самолетов в СССР. М., 1956, стр. 115.

⁴⁰ Теория расчета крыльев с жесткой обшивкой, разработанная В. Н. Беляевым, была опубликована лишь в 1932 г. в статье «Расчет свободнонесущих крыльев» («Техника воздушного флота», 1932, № 7, стр. 609).

⁴¹ В. П. Ветчинкин. Материалы по расчету самолетов на прочность. М., 1924.

⁴² А. М. Черемухин. Конспект упражнений по расчету самолетов на прочность. М., 1924.

⁴³ Е. И. Майоров. Предварительный расчет самолетов. М., 1924; его же. Конспект лекций по расчету на прочность самолетов. М., 1925.

⁴⁴ «Труды ЦАГИ», вып. 25. М., 1926.

отделом ЦАГИ были предложены нормы прочности, которые были утверждены Технической секцией Научного комитета Управления военно-воздушных сил и вступили в действие с 1 октября 1925 г. под названием «Нормы НК УВВС». Этим было положено начало регулярной и планомерной работы по нормированию внешних нагрузок и совершенствованию советских норм прочности, которая ведется непрерывно, вплоть до настоящего времени. В рассматриваемый период в этой работе принимал участие большой коллектив ученых: В. Л. Александров, В. П. Ветчинкин, А. А. Горяинов, П. М. Крейсон, Г. И. Кузьмин и др.

К 1925 г. советская школа ученых и инженеров, занимавшихся вопросами прочности самолетов, значительно укрепила свои позиции и выдвинулась на одно из первых мест в мире.

Дальнейшая работа по развитию методов расчета самолетов на прочность велась в направлении уточнения внешних нагрузок, действующих на самолет в полете, и в направлении совершенствования норм и методов расчета.

Г. К. ЦВЕРАВА

ЧЕХОСЛОВАЦКАЯ ЭЛЕКТРОТЕХНИКА В XIX в.

История чехословацкой науки и техники мало изучена в Советском Союзе. Если мы достаточно хорошо знакомы с проявлениями духовных сил чехословацкого народа в сфере литературы, музыки и живописи, то о научно-техническом наследии чехов и словаков мы знаем значительно меньше. Не будет преувеличением сказать, что когда заходит речь о развитии естественных наук в Чехословакии, обычно ограничиваются упоминанием имен физиолога Пуркинье и химика Браунера. Такое представление, конечно, ни в коей мере не соответствует действительности и не отражает доли участия чехословацких ученых и инженеров в мировом прогрессе. Сказанное в равной, если не в большей, степени относится и к истории электротехники.

С установлением в Чехословакии народной власти были предприняты организационные меры по изучению и популяризации истории отечественной науки и техники, в том числе электротехники. Большая работа в этом направлении проводится созданной в 1953 г. Комиссией по истории естественных наук и техники при Чехословацкой Академии наук. Результаты своих работ Комиссия публикует в ежегодных сборниках. Постепенно систематизируются и становятся общим достоянием архивные фонды Национального технического музея в Праге. Кроме того, с 1952 г. Государственное издательство технической литературы приступило к изданию «Библиотеки по истории техники». Среди выпусков этой серии, посвященных истории электротехники, можно назвать «Воспоминания» Ф. Кржижика и книгу В. Гутвирта «Из детских лет нашей электротехники»¹. Вышли в свет также научные биографии некоторых чешских электриков, как, например, книга Кржечека «Зенгер как изобретатель».

Первая половина XIX в. (период от 80-х годов XVIII столетия до 40-х годов прошлого века) в истории Чехословакии знаменуется ликвидацией феодальных порядков и становлением нового общественного строя — капитализма. Глубокие сдвиги, происшедшие в эту эпоху в экономической жизни страны, не могли не вызвать повышенного интереса к точным и прикладным знаниям.

Следует особо отметить, что к этому времени в Чехии уже были созданы предпосылки для подготовки научных и технических кадров. Не касаясь исключительного значения для формирования чехословацкой национальной культуры старейшего Пражского университета, укажем, что именно в Праге в 1718 г. К. П. Вилленбергом (1676—1731) была основана первая в Европе двухгодичная техническая школа (Stavovská inženýrská škola)². В школе изучали математику, механику, гидравлику, курс гражданских

¹ См. рецензию автора на эту книгу. «Электричество», 1955, № 4.

сооружений и фортификацию. В 1787 г. школа вошла в философский факультет Пражского университета. В период континентальной блокады (1806—1814 гг.) появилась потребность в организации высшего технического образования.

Выдающийся чешский механик Ф. И. Герстнер (1756—1832) приложил много усилий для организации в Праге Высшего технического училища, которое было открыто в 1806 г. Это училище, имевшее трехлетний курс обучения, послужило образцом для аналогичных учебных заведений Вены (1815 г.), Берлина (1824 г.) и других городов Средней Европы. В 1869 г. произошло разделение училища на Чешский и Немецкий политехнические институты.

Начало электротехнического образования в Чехословакии датируется 1884—1885 учебным годом, когда в программы Чешского политехнического института был введен новый предмет — электротехника. В самом начале текущего столетия на машиностроительном факультете Высшего технического училища в Брно ввели преподавание специального курса «науки об электричестве». До этого электромагнитные явления изучались только как раздел общей и технической физики².

Изучая историю науки и техники Чехословакии, нельзя обойти молчанием деятельность многих научно-технических обществ, имевших ярко выраженный национальный характер и сыгравших видную роль в подъеме научно-технического уровня страны. Еще в 60-х годах XVIII в. при упомянутой технической школе были устроены воскресные чтения по механике для городских ремесленников и кустарей. В эти же годы в пражском особняке графа Ностица происходили собрания частного кружка любителей наук.

В 1784 г. из этого кружка возникло научное общество, которое в 1790 г. было узаконено правительством как «Королевское чешское научное общество». По словам проф. Зденека Неедлы, это учреждение в течение многих десятилетий выполняло функции чешской Академии наук. Общество издавало журнал «Abhandlungen der Königlichen böhmischen Gesellschaft der Wissenschaften», где печатались оригинальные научные статьи крупных чешских ученых. С 1818 г., в период расцвета патристического-просветительного движения «будителей», крупным культурным центром Чехии стал Национальный музей. В периодическом издании музея «Časopis českého muzea» чехи впервые могли читать на родном языке труды по естественным и точным наукам. В этом журнале принимал активное участие первый чешский ученый-электрик Ф. Петрижина. В 1862 г. было основано чешское Общество математиков и физиков. В 1865 г. был организован Союз чешских инженеров и архитекторов, который имел свой печатный орган, выходивший на чешском языке.

Возникновение первой в Чехословакии научной ассоциации, объединившей специалистов-электриков, относится к 1884 г. В этом году В. Оствальд основал «Клуб механиков» — ядро будущего Союза чехословацких электротехников (в настоящее время — Научно-техническое общество электротехников при Чехословацкой Академии наук). Клуб выпускал журнал «Český strojník a elektrotechnik», который до выхода в свет в 1910 г. журнала «Elektrotechnický obzor» являлся единственным периодическим изданием на чешском языке, где печатались статьи по электротехнике. Примечательно, что первым редактором основанного в Вене электротехнического журнала

² Фактически занятия в школе начались в 1718 г., однако формально учреждение технической школы относится к 1707 г. (рескрипт императора Иосифа I от 18 января 1707 г.). 250-летие этой даты торжественно отмечалось в Праге в январе 1957 г.

³ M. Limpauch, K. Horák. Studium elektrotechniky na našich vysokých školách technických. «Elektrotechn. obzor», 1956, № 1.

«Zeitschrift für Elektrotechnik» (позже он стал называться «Elektrotechnik und Maschinenbau») был инженер И. Карейс, чех по происхождению.

Зарождение чехословацкой электротехники как самостоятельной отрасли промышленности можно отнести к середине прошлого века, когда электрическая энергия все больше стала применяться для средств телеграфной связи и железнодорожной сигнализации. Более интенсивное развитие электротехники начинается в Чехословакии позднее (в 80-х годах), с появлением технически пригодных средств электрического освещения и распространением динамомашины Грамма.

Электрическое освещение дуговыми лампами на территории Австрии⁴ было практически впервые использовано Р. Божеком в 1853 г. для цокаса восхода солнца в опере Мейербергера «Пророк» в пражском Сословном театре; источником электрического тока служила батарея гальванических элементов⁵. Электричество для освещения промышленных объектов было впервые применено в 1878 г. на ткацкой фабрике в Моравской Тршебове, где динамомашина питала шесть дуговых регуляторов. Годом позже в Пльзене была освещена бумажная фабрика и затем, в 1880 г. — сахарный завод в Жидлоховицах. Лампы накаливания в первую очередь с успехом использовались для освещения театральных зданий в Брно (1882 г.) и Праге (1883 г.). В 1889 г. в г. Жижкове была построена первая в Чехии электрическая станция общественного пользования, которая снабжала электроэнергией сеть уличного освещения и частные дома. В эти же годы примеру Жижкова последовали города Йиндрихов Градец, Писек, Карловы Вары и другие населенные пункты. В чешской столице газовое освещение постепенно уступало место электрическому, а привод от паровых машин заменялся электроприводом. В предместье Праги, Голешовицах, в 1898 г. была пущена центральная электрическая станция трехфазного тока. Около 1900 г. вступила в строй крупная по тому времени гидроэлектростанция с напором 100 м в верховьях р. Влтавы у г. Вишши Брод⁶. На станции были установлены четыре гидрогенератора общей мощностью 10000 кВт; электроэнергия передавалась при напряжении 10 кВ на расстоянии 25 км к потребителю — бумажной фабрике. Это была первая в стране электропередача трехфазным током высокого напряжения.

Первые чехословацкие электрические станции, как и станции других стран, вырабатывали преимущественно постоянный ток. Первичными двигателями являлись паровые машины или газовые моторы. Генераторы трехфазного тока с приводом от паровых турбин стали внедряться только в XX в.

По данным Шисселя⁷, в начале нынешнего столетия на территории Чехословакии в эксплуатации находилось 286 электростанций суммарной мощностью 64300 кВт, из которых на Прагу приходилось 16200 кВт, на Брно — 3700 кВт. Удельное потребление электроэнергии на душу населения равнялось 8 кВтч. Для сравнения укажем, что в 1956 г. эта цифра возросла до 1090 кВтч.⁸

⁴ Империи Габсбургов — Австрия — стала называться Австро-Венгрией только с 1867 г.

⁵ До этого, в 1845 г., подобный эффект был воспроизведен в парижском оперном театре.

⁶ J. Osoľobě. Vývoj československé elektrisace. «Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky», 1954, 1.

⁷ O. Schiessel. Vývoj elektrisace v zemích československých. «Elektrotechn. obzor», 1910, № 32.

⁸ В. Г. Жилин. Обзор энергетики Чехословакии. «Энергохозяйство за рубежом», 1957, № 3.

В истории чехословацкой электротехники видное место принадлежит Петрижине, которого по праву можно назвать зачинателем научного изучения в своей стране явлений электромагнетизма.

Франтишек Адам Петрижина родился 24 декабря 1799 г. в Семилях Либерецкой области, в семье ремесленника-ткача. Только в 1817 г. будущему ученому удалось наконец поступить в гимназию в г. Йичине. По окончании гимназии Петрижина в 1823 г. поступил на физико-математическое отделение философского факультета Пражского университета. В конце 1836 г. он защитил диссертацию и уехал в Вену, где слушал лекции венского электрика Эттингсгаузена и прошел практику в его физическом кабинете. Работа начинающего ученого под руководством самого авторитетного в тогдашней Австрии электрофизика, по-видимому, предопределила влечение Петрижины к изучению электромагнетизма. В 1837 г. Петрижина получил назначение на должность преподавателя физико-математических дисциплин в лицей г. Линца. В этом городе молодой ученый начал первые самостоятельные опыты и теоретические изыскания, касающиеся самых насущных проблем электромагнетизма. В 1844 г. Петрижина был приглашен заведовать кафедрой физики Пражского университета, где он продолжал заниматься исследованиями по электричеству. В 1845 г. Петрижина был избран членом Королевского чешского научного общества, в котором он впоследствии занимал должность председателя физико-математической секции, а в феврале 1848 г. его избрали членом-корреспондентом Венской академии наук. Умер Петрижина 27 июня 1855 г. перед предстоящим назначением его на пост ректора университета в Праге. Труды Петрижины печатались во многих немецких и австрийских периодических изданиях, в том числе в «Анналах Поггендорфа».

Научная деятельность Петрижины протекала в эпоху, когда вслед за великими открытиями в области электричества, ознаменовавшими первые десятилетия прошлого столетия, началась длительная полоса мучительных, но плодотворных поисков лучших путей и форм генерирования и утилизации новой движущей силы — электрического тока. Пытливые умы исследователей уже в тридцатых-сороковых годах предвосхищали блестящие возможности применения электрической энергии для практических целей. Современник Петрижины, президент Баварской академии Фридрих Тирш, один из немногих ученых в Западной Европе, которые сразу оценили значение найденного Омом закона электрической цепи, говорил: «Закон Ома для современной науки стал основой великой электрографической системы (учения об электричестве. — *Авт.*), которая в недалеком будущем объединит все континенты земного шара и станет мощным двигателем нашей цивилизации»⁹. Сам Петрижина в одной из статей писал следующее: «Ни один раздел физики новейшего времени не принесет столько пользы науке и промышленности, сколько гальванизм. Меня увлекает идея о передаче речи на большие расстояния, а также мысль о том, что близок час, когда с помощью этой же силы поезда на железных дорогах будут лететь со скоростью ветра»¹⁰.

Круг вопросов, занимавших Петрижину, характерен для большинства ученых того времени, посвятивших себя изучению электрических и магнитных явлений. Первые самостоятельные работы чешского физика в начале 40-х годов касались теории и конструкции гальванических элементов — единственных в то время стабильных источников электрического тока, по-

⁹ W. R. W e i t e n w e b e r, Denkrede auf prof. F. A. Petřina; gehalten am 10. XII. 1855. «Abhandl. der Kön. böhm. Ges. der Wissenschaften», V ser., 1855—1856, т. 9. Вилем Рудольф Вейтенебер (1804—1870), медик по специальности, долгое время был ученым секретарем Королевского чешского научного общества.

¹⁰ F. P e t ř i n a, Pochybnost o pravosti Ohmovy theorii galvanického proudu. «Časopis českého musea», 1 ser., 1847, т. 2.

требность в которых все более возрастала по мере распространения электрического телеграфа. По меткому выражению одного немецкого историка электротехники, «всякий, занимавшийся электричеством, считал делом чести изобрести новый элемент». Петрижина исследовал главным образом элементы Грове и разработал элемент с большой площадью пластин. В научной полемике между сторонниками контактной и химической теорий Петрижина до конца жизни оставался противником чисто химической теории. Однако он критиковал взгляды наиболее рьяных представителей контактной теории, Фехнера и Пфаффа, и предложил свою концепцию, основанную на признании первичности электростатических сил в химических процессах¹¹. Петрижина писал: «Опытами мы удостоверились, что электричество находится всюду, где бы мы его ни искали. Каждое вещество, каждая частица вещества имеет столько электричества, сколько необходимо; чтобы сохранялось электрическое равновесие с окружающими частицами. Электричество можно уподобить газу, который как бы обволакивает атомы и вместе с тем, вероятно, является силой сцепления между ними»¹². Рассматривая далее причину возникновения электродвижущей силы в гальваническом элементе, Петрижина пришел к правильному выводу, что разность потенциалов между пластинами появляется вследствие перехода заряженных частиц из металла в жидкость.

Работы пражского физика в области гальванических элементов тесно примыкали к его исследованиям законов электрической цепи. В цитированной уже статье «Сомнение в достоверности закона Ома для гальванического тока» Петрижина самым тщательным образом анализировал все аспекты закона Ома, доступные знаниям того периода. Признавая большую познавательную и практическую ценность найденной знаменитым немецким ученым закономерности, Петрижина, однако, констатировал, что она справедлива только при соблюдении определенных условий в электрической цепи. В упомянутой статье Петрижина отмечал: «Опыты нам показывают также, что проводник от гальванизма нагревается и тем сильнее, чем больше величина проходящего по нему тока. Таким образом, ток сам себе увеличивает сопротивление в проводнике. Поэтому нельзя применять формулу Ома, не принимая во внимание тепловое действие»¹³. Далее, представляя электрический ток как движение заряженных атомов, увлекаемых «электрической жидкостью» (газом), с оговоркой, что скорость этого движения пока еще не известна, и приводя другие примеры, характеризующие нелинейные свойства некоторых электрических цепей, Петрижина сделал вывод, что теория Ома справедлива только для установившихся цепей.

В развитии электрических генераторов определенное значение имели работы Петрижины, начатые еще в 1839 г. Его магнитоэлектрические машины, изготавливаемые главным образом для нужд электротерапии, имели большие эксплуатационные преимущества, стоили сравнительно недорого и вывозились даже за границу.

По конструкции машина Петрижины представляла развитие моделей Кларка и Сакстона. В своей машине Петрижина независимо от других решил вопрос о наилучшем расположении магнитов и якоря. В «Замечаниях к конструкции магнитоэлектрических машин» он отмечал: «Согласно моим

¹¹ В этом вопросе взгляды Петрижины совпадали с воззрениями немецкого химика Х. Ф. Шёнбейна (1799—1868), который считал, что сопряжение веществ в гальваническом элементе вызывает некое первичное напряжение («электростатическое напряжение Петрижины»), возбуждающее химические процессы в элементе. Как известно, эта точка зрения легла в основу теории гальванической цепи Г. Гельмгольца.

¹² F. P e t ř i n a, Pochybnost o pravosti Ohmovy theorii galvanického proudu. «Časopis českého musea», 1-я сер., 1847, т. 2.

¹³ Там же.

опытам, наиболее выгодным является вращение индуктора под прямым углом к длинной поверхности магнитного плеча»¹⁴. При таком устройстве магнитной системы лучше использовался магнитный поток и машина при том же весе давала большую мощность. В модели чешского ученого оригинальным и весьма удобным был коммутатор для выпрямления тока.

В последний, пражский, период жизни Петржины много занимался вопросами электромагнитного телеграфирования. Вначале он занялся усовершенствованием звонкового телеграфа, который уже широко применялся на австрийских железных дорогах. С появлением аппаратов Морзе и расширением телеграфной сети Петржина стал уделять большое внимание совершенствованию техники и телеграфной связи. К его достижениям в этой области нужно отнести разработку и внедрение на важнейших телеграфных линиях страны передовых для того времени приемов телеграфирования и аппаратуры. Речь идет об использовании простого электромагнитного реле в качестве промежуточной инстанции для передачи сигналов и о применении схемы с питанием от местных батарей. На пяти крупнейших телеграфных станциях это новшество снизило количество гальванических элементов с 1102 до 324, т. е. более, чем в три раза.

Одновременно Петржина усиленно занимался проблемой увеличения пропускной способности телеграфной связи. Недавно опубликованное сообщение чехословацкого исследователя Ф. Ригера¹⁵ при сопоставлении с посмертно напечатанной статьей самого Петржины¹⁶ позволяет утверждать, что приписываемое директору австрийских телеграфов Гинтлю (1804—1883) исключительное авторство в изобретении в 1885 г. многократного телеграфирования не соответствует исторической правде. В действительности дуплексное и дуплексное телеграфирование является результатом трудов Гинтля и Петржины, причем, судя по статье, упомянутой выше, Петржина гораздо точнее представлял себе физическую сторону многократного телеграфирования¹⁷. Интересующиеся историей телеграфа найдут поучительной дискуссию, развернувшуюся между обоими учеными о деталях этого важного изобретения. Преждевременная смерть помешала Петржине воспользоваться плодами этого изобретения.

В числе второстепенных работ пражского ученого следует отметить демонстрационный прибор, называемый в учебниках «спиралью Петржины» (1853). Это — хорошо известное преподавателям физики наглядное пособие, служащее для наблюдения взаимодействия параллельных токов.

Петржина проявлял глубокий интерес к русской науке. Хорошо ему известны и неоднократно упоминавшиеся в его статьях и лекциях труды Шиллинга, Ленца и Якоби расширили научный кругозор чешского физика и послужили основой для многих его исследований и изобретений. Он первый, пожалуй, за пределами России выступил публично в защиту приоритета

¹⁴ F. Petřina. Beitrag zur Konstruktion magneto-elektrischen Maschinen. «Pogg. Ann.», 1845, т. LXIV, вып. 11. Подробнее по этому вопросу см. Д. В. Ефремов и М. И. Радовский. Динамомашин в ее историческом развитии, 1934; С. А. Гусев. Очерки по истории развития электрических машин, 1955.

¹⁵ F. Rieger. Nově objevený rukopis. Dr. V. J. Gintla. «Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky», 1955, II.

¹⁶ F. Petřina. Wissenschaftliche Beleuchtung der von k. k. Telegraphendirektor Dr. W. Gintl durch seine Versuche über die Gegencorrespondenz gelieferten Beweise für die Coexistenz zweier, einen Leiter in entgegengesetzten Richtungen ohne Störung durchlaufender galvanischer Ströme; und Angabe eines neuen, diesen Gegenstand betreffenden Versuches. «Abh. der Kön. böhm. Ges. der Wissenschaften», V Ser., 1857, Bd. 9.

¹⁷ F. Rieger. Указ. соч.

Шиллинга и Якоби как изобретателей электромагнитного телеграфа и гальванопластики.

Многогранная деятельность Петржины в большой степени способствовала изучению в Чехословакии физических наук и в особенности электромагнетизма. Его мемуары, помещенные в журнале «Časopis českého musea», впервые познакомили чехословацкого читателя с теорией электромагнитных явлений и их практическим использованием. Несомненной заслугой Петржины за 11-летнее пребывание на кафедре физики Пражского университета явилось воспитание национальных кадров физиков и электротехников.

Из учеников Петржины наибольшую известность приобрел электрофизик Карел Вацлав Зенгер (1830—1908), который после окончания Пражского университета продолжил образование в Эдинбурге у Дж. К. Максвелла. Будучи профессором Чешского политехнического института, Зенгер подготовил много инженеров-электриков. В истории чехословацкой науки Зенгер считается первым пропагандистом электромагнитной теории света.

Если сфера деятельности Петржины и Зенгера ограничивалась преимущественно научно-исследовательской и педагогической работой, то честь называться отцом чехословацкой электротехнической индустрии принадлежит Франтишеку Кржижику. Он был не просто крупным инженером-изобретателем и предпринимателем. Как основатель электрификации своей родины Кржижик занимал видное место в научно-технической и общественной жизни своего народа. Чехи справедливо гордятся им. Чехословацкие инженеры считают Кржижика самым знаменитым и популярным электротехником своей страны.

Франтишек Кржижик родился 8 июля 1847 г. в местечке Планице Пльзеньской области. Отец его был кустарем-сапожником. Начальное образование Кржижик получил в Планице, а затем окончил низшее реальное училище в соседнем уездном городе Клатови. В училище на уроках физики будущий электротехник впервые ознакомился с работой телеграфа Морзе и наблюдал тепловые действия электрического тока. В 1859 г. Кржижик в сопровождении матери отправился пешком в Прагу в надежде продолжить образование. Этой цели он добился, поступив в чешское реальное училище, единственное тогда в Праге. Одновременно с учением Кржижику приходилось зарабатывать на жизнь частными уроками и перепиской нот. Ранняя трудовая деятельность приучила его к самостоятельности, а характер работы дал ему возможность сблизиться с чешской интеллигенцией.

В 1867 г. по окончании реального училища Кржижик поступил в Чешское высшее техническое училище, но курса не завершил. Через два года произошла реорганизация училища, и Кржижику как участнику студенческих патристических демонстраций, по-видимому, трудно было продолжать обучение, так как в результате образования двусединой Австро-Венгерской монархии реорганизованный Институт получил верноподданническое и антиславянское направление.

В те годы в Чешском высшем техническом училище курс физики читал проф. Зенгер. Однако, как отмечает Кржижик в своих «Воспоминаниях»¹⁸, в высшей школе его познания по электромагнетизму не увеличились, так как Зенгер уделил этому разделу физики лишь две лекции.

В поисках постоянной работы Кржижику еще студентом удалось устроиться техническим руководителем в одну из пражских электромеханических мастерских, которая вырабатывала и монтировала оборудование железнодорожной электрической сигнализации. Здесь проявились его выдающиеся технические способности, и он приобрел практические навыки в монтаже и наладке телеграфных и сигнализационных устройств. Служба в ма-

¹⁸ F. Křizík. Paměti. Praha, 1952.

стерских предопределила дальнейшую судьбу Кржижика. С этого времени и до конца жизни Кржижик всецело посвятил себя электротехнике.

В 70-х годах XIX в. Кржижик занимал инженерные должности на государственных железных дорогах, где работал над улучшением эксплуатации установок связи и сигнализации. Технический авторитет Кржижика рос, и он быстро продвигался по службе.

В этот период оборудование для телеграфии и железнодорожной сигнализации изготовлялось на небольших венских и пражских заводах (Леопольдера, Эггера и др.) и частично ввозилось из-за границы от фирмы Сименс-Гальске. Сигнализация осуществлялась при помощи путевых семафоров и электрических колоколов. Семафоры были снабжены грузовыми приводами с электромагнитным управлением от гальванических батарей, установленных на ближайших станциях. Механизм привода заводился вручную. В 1880 г. Кржижик предложил и осуществил усовершенствованную конструкцию семафора, предусматривающую приведение в действие звукового сигнала, напоминающего путевому персоналу о необходимости возврата привода семафора в исходное положение. Это было первое изобретение Кржижика.

Позже Кржижик одним из первых стал заниматься внедрением индуктированных токов для питания сигнальных аппаратов взамен дорогих и громоздких гальванических элементов. В начале XX в. заводы Кржижика стали в большом количестве выпускать самую разнообразную аппаратуру для железнодорожной сигнализации, в том числе аппараты его конструкции, как, например, комплекты автоблокировки по системе Кржижика (австрийские патенты № 5236 от 1 декабря 1900 г. и № 13862 от 15 мая 1903 г.)¹⁹.

Большим событием в жизни Франтишека Кржижика было посещение Всемирной парижской выставки 1878 г., сыгравшей столь значительную роль в прогрессе электротехники. Во время месячного пребывания в Париже Кржижик воочию убедился в триумфе электрического освещения. Разумеется, его внимание было полностью поглощено самым сенсационным экспонатом выставки — свечей П. Н. Яблочкова. Он был поражен простотой идеи, вложенной в конструкцию лампы, не требующей регулятора. В «Воспоминаниях» Кржижик писал: «В то время уже было известно несколько видов ламп с регуляторами, однако Яблочков простым и остроумным способом обошелся без регулятора». Упоминая о том, что успех свечи побудил ряд изобретателей заняться усовершенствованием «русского света», Кржижик далее отмечал: «Для меня свеча Яблочкова была самым ценным и поучительным из всего того, что я увидел на выставке»²⁰. Кржижик обратил внимание также на недостатки свечи, в частности на неравномерное выгорание углей по их сечению. По возвращении в Пльзень Кржижик запатентовал лампу, представляющую собой комбинацию свечи с наклонно расположенными углями и дифференциального регулятора. Однако изобретение реализовано не было.

Неудача первой попытки не обескуражила Кржижика. Он отказался от принципа устройства свечи Яблочкова и стал интенсивно работать над дуговыми лампами с регуляторами. В конце 70-х начале 80-х годов в Чехии уже были известны многие типы регуляторов.

В ту пору в чешско-моравских землях начали распространяться лампы конструкции Гейфнера—Альтенска, выпускаемые фирмой Сименса. Поняв выгоды электрического освещения, владельцы промышленных предприятий стали вводить его у себя. В Пльзене зачинателем внедрения нового вида освещения был бумажный фабрикант Плетте, который предложил Кржижику

оборудовать основной цех фабрики дуговыми лампами. В начале 1879 г. лампа была включена; позже Кржижик смонтировал еще несколько ламп, питавшихся от динамомашинны Грамма. Работа на бумажной фабрике в производственных условиях дала возможность Кржижику вплотную заняться модернизацией дуговых ламп и схем их питания.

В лампах Сименса, как и в лампах других фирм, имелся один важный недостаток. Он заключался в том, что в регуляторе действие соленоидов зависело не только от числа ампервитков обмоток (тока и напряжения), но и от положения сердечника по отношению к высоте обмоток. По мере сгорания углей и хода сердечника магнитный поток, пронизывающий сердечник, изменялся не пропорционально сопротивлению дуги, что приводило к нарушению процесса горения.

После многочисленных опытов Кржижику удалось добиться четкой работы регулятора без каких-либо дополнительных приспособлений одним лишь изменением формы сердечника. Вместо цилиндрической формы он придал сердечнику форму двойного конуса с наибольшим сечением в центре тела (А). Действие катушек (S) на такой сердечник оставалось в достаточной мере стабильным независимо от положения последнего. Принцип действия дуговой лампы виден на рисунке.

7 апреля 1880 г. Кржижику была выдана привилегия на изобретение, которое получило широкую известность под названием «пльзенки». Изготовление лампы в промышленном масштабе Кржижик на договорных началах доверил нюрнбергской фирме Шукерта. Производство ламп в небольшом количестве было освоено и в Пльзене, в мастерской, основанной Кржижином в доме «У звона», ставшего историческим для чехословацкой электропромышленности.

Первая чешская дуговая лампа получила всеобщее признание в 1881 г. на парижской Международной электротехнической выставке. Четыре лампы Кржижика освещали вестибюль главного здания выставки и еще четыре — австрийский павильон. Таким образом, Кржижик наглядно показал, что 10—12 регуляторов его системы могут надежно питаться от одной динамомашинны. Для того времени это было значительным успехом. Позже, при освещении Вацлавской площади в Праге, Кржижик в общую цепь включил уже 20 пар «пльзенок». Кржижику, единственному из австро-венгерских экспонентов парижской выставки, была присуждена золотая медаль. Через два года, в 1883 г., на Венской электротехнической выставке, наряду с 76 дуговыми лампами английской фирмы Бреша, было установлено уже 57 регуляторов Кржижика с более совершенной разводкой сети. Кроме Австро-Венгрии, лампы Кржижика получили наибольшее распространение в Германии и России; всего этих ламп было выпущено 53000 штук.

Над усовершенствованием дуговых ламп работали и другие чешские изобретатели. В 1883 г. Клостерманн сконструировал электромеханический регулятор, работавший на сравнительно низком напряжении — 25 в. В том же году Викулл совместно с австрийским инженером Седлачком предложил лампу с гидравлическим (глицериновым) регулятором, которая исполь-

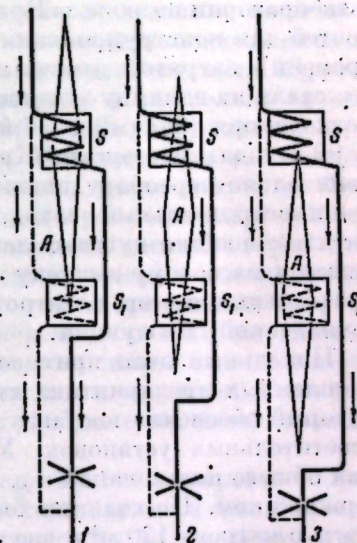


Рис. 1. Принцип действия дуговой лампы Кржижика с конусным сердечником

¹⁹ A. Prasche. Das elektrische Blocksignal System Křizík. «Sammlung elektrotechnische Vorträge», Stuttgart, 1901.

²⁰ F. Křizík. Указ. соч.

зовалась в качестве прожектора на паровозах. Известным также дуговые фонари Шлейдера, Оченашека.

В 1883 г. Кржижик оставил службу на железной дороге, переехал в Прагу и занялся предпринимательской деятельностью. В начале 1884 г. в районе чешской столицы — Карлине, на территории машиностроительного завода Брейтфельд—Данек, Кржижик основал небольшое предприятие по изготовлению электрооборудования: динамомашии, дуговых ламп и, впоследствии, установочных материалов. Такого рода предприятие было первым в Чехии. Одновременно Кржижик уделял много времени и чисто инженерным вопросам. При Карлинском заводе была организована электролаборатория, в которой исследовались характеристики динамомашины и регуляторов. Работа в лаборатории позволила Кржижику установить ряд эмпирических закономерностей для конструирования электрических машин с минимальной (по тому времени) затратой материалов. Он определил, например, оптимальный вес стали на единицу мощности генератора, допустимые плотности тока в обмотке якоря (5а/мм^2) и обмотке возбуждения (3а/мм^2) и другие величины. В 90-х годах мастерские Кржижика были перебазированы на новое место, капитально переоборудованы и превращены в хорошо оснащенный электромашиностроительный завод, на котором работало более 200 человек. От изготовления дуговых ламп и небольшого числа динамомашии завод перешел к массовому выпуску электрических машин постоянного тока, распределительных щитов, электротягового оборудования и других видов электротехнической продукции.

Начальный этап применения электрической энергии в городах и промышленных предприятиях страны тесно связан с деятельностью Кржижика, который обеспечил поставку и монтаж оборудования для многих силовых и осветительных установок. Упомянутая выше первая в стране электростанция общего пользования в г. Жижкове также была оснащена и смонтирована Кржижилом. На станции были установлены два паровых котла с поверхностью нагрева 120 м^2 и две паровые машины по 60 л. с., служившие приводом для четырех динамомашии. Генераторы обеспечивали энергией 250 дуговых ламп и 1500 ламп накаливания уличного и бытового освещения. Для городской распределительной сети была выбрана двухпроводная система, рассчитанная на напряжение в 70 в для «плызенок» и 120 в для ламп накаливания. В конце века продукция фирмы Кржижика уже получила доступ и на заграничные, главным образом, балканские рынки.

Серьезным экзаменом для всей чехословацкой промышленности явилась пражская Юбилейная выставка 1891 г., приуроченная к столетней годовщине первой на европейском континенте промышленной выставки, открытой в 1791 г. в Праге по случаю коронации императора Леопольда II. Кржижик стал во главе инициативного комитета и взял на себя большую часть работы по четырехлетней подготовке и непосредственной организации выставки. В этом Кржижику помогала группа чешских патриотов-энтузиастов выставки. Юбилейная выставка, вследствие отказа промышленников немецкого происхождения участвовать в ней, приобрела исключительно национальный характер и показала достижения технического гения чехов и словаков. Она пользовалась чрезвычайно большим успехом у всех слоев населения и привлекла много посетителей из-за рубежа, в частности из России.

Электротехническое оснащение выставки было поручено выполнить фирме Кржижика. Энергию для освещения павильонов, иллюминации и других световых эффектов на выставке давали семь динамомашии его завода; всего было смонтировано 250 дуговых ламп и 1500 ламп накаливания. Кроме того, в связи с выставкой, Кржижилом была оборудована и пущена первая в Чехии электрическая железная дорога — трамвайная линия протяженностью 1400 м. На линии курсировало четыре вагона, мощность силовой станции

была равна 40 л. с., напряжение в троллеях 150 в. Надо сказать, что трамвай являлся как бы аттракционом. Ввиду того, что его эксплуатация приносила убыток, после закрытия выставки движение было прекращено. Однако в дальнейшем опыт сооружения и эксплуатации этой дороги помог Кржижику в сравнительно короткий срок построить ряд трамвайных линий в пригородах Праги и перевести на электрическую тягу существовавшие конно-железные дороги чешской столицы. Электрооборудование и подвижной состав для пражского трамвая полностью поставлялись фирмой Кржижика.

Последующая электрификация чехословацких железных дорог, в частности первого в Австро-Венгрии магистрального участка Табор—Бехинь, также проводилась главным образом под руководством Кржижика.

Характеристика развития чехословацкой электротехники в последнем десятилетии прошлого столетия будет неполной, если не остановиться вкратце на борьбе между сторонниками постоянного и переменного тока. Друзья Кржижика в шутку прозвали его «чешским Эдисоном» и не столько за сходство во многом биографии обоих изобретателей, сколько за активное противодействие прощикновению переменного тока. Казалось, что после изобретения Яблочковым принципа трансформирования, после открытий Феррариса и Теслы, наконец, после работ Доливо-Добровольского в области техники трехфазного тока сторонники переменного тока могли бы торжествовать полную победу. Однако по ряду причин, среди которых немаловажное значение имело и то, что применение постоянного тока в промышленных установках исторически опередило использование переменного тока, многие техники и предприниматели, в том числе и чешские, относились к переменному току с нескрываемой враждебностью. Возможно, что здесь, помимо искреннего убеждения в своей правоте, сказывались и соображения материального характера.

За несколько лет до смерти (он умер 22 января 1941 г. в возрасте 96 лет) Кржижик писал: «От своих первых шагов в электротехнике я был последовательным приверженцем постоянного тока и остаюсь им по сию пору, когда переменный ток одержал верх»²¹. И в меру своих возможностей Кржижик препятствовал внедрению трехфазного тока в чехословацкую индустрию. Когда в 90-х годах в чешских технических кругах дебатировался вопрос о выборе рода тока для пражской центральной электрической станции, свою точку зрения Кржижик отстаивал в пространственных статьях и публичных выступлениях. Он, в частности, указывал, что система постоянного тока не потребует дополнительных капиталовложений на установку трансформаторов и не вызовет излишних потерь на трансформирование. Далее, по его мнению, важнее всего было то, что электростанции постоянного тока могли бы непосредственно снабжать линии пражского трамвая, на сооружение которого Кржижилом была получена концессия.

Дискуссия показала несостоятельность аргументов Кржижика и его немногочисленных сторонников, среди которых находился Шуккерт. В 1897 г. муниципальные органы Праги утвердили проект электростанции на переменном токе. На станции первой очереди были установлены 16 котлов, паровые машины мощностью от 750 до 1000 л. с. и пять синхронных трехфазных генераторов по 825 квт; для электроснабжения трамвая на станции были предусмотрены пять синхронных моторгенераторов мощностью от 180 до 450 квт. Электрооборудование для электростанции и двух понижающих подстанций поставила новая чешская фирма Кольбена.

Эмиль Кольбен (1862—1943) — крупный инженер-электрик, основатель электротехнической фирмы «Кольбен и К°» (в настоящее время — народное

²¹ Г. Кржижик. Указ. соч.

предприятие ЧКД²² — Сталинград) получил известность в Чехии как пропагандист и первый строитель электроустановок трехфазного тока. Главная заслуга Кольбена в истории чехословацкой электротехники заключается в том, что, благодаря его усилиям по темпам внедрения переменного тока, Чехословакия не отстала от других стран и даже догнала соседнюю Венгрию, где фирма Ганц уже в 80-х годах успешно строила установки переменного тока.

Кольбен получил образование в Пражском политехническом институте. В 1888 г., приняв приглашение Эдисона, он переехал в США и начал работать в его лаборатории. В Америке Кольбен сблизился с Теслой, оценил громадное значение его открытий в области переменных токов и, несмотря на службу у Эдисона, встал на сторону великого югославского ученого, когда решалась участь Ниагарской гидроэлектростанции. Как известно, для этой электростанции была принята система двухфазного тока, предложенная Теслой. В 1892 г. Кольбен ушел от Эдисона, вернулся в Европу и поступил на службу в швейцарскую электромашиностроительную фирму Эрликон. В то время техническим руководителем завода Эрликон был инженер Броун — создатель бесколлекторного однофазного индукционного электродвигателя. Разработкой теории машины переменного тока, находившейся тогда еще в зачаточном состоянии, занимался на этом заводе инженер Ариольд, впоследствии известный профессор Высшей технической школы в Карлсруэ. Периодически консультировал фирму Эрликон М. О. Доливо-Добровольский.

Ясно, что инженерная деятельность Кольбена на заводе Эрликон и сотрудничество с названными авторитетами в технике переменных токов способствовали формированию прогрессивных взглядов чешского инженера на перспективы развития трехфазного тока.

После ухода Броуна²³ из фирмы Эрликон главным конструктором завода был назначен Кольбен, который вместе с Ариольдом продолжал интенсивно работать над модификациями короткозамкнутого асинхронного электродвигателя. Они спроектировали двигатель с обмоткой типа Грамма (первый вариант машины Доливо-Добровольского), но с минимальным воздушным зазором, около 0,5 мм. Двигатель имел хорошие характеристики, и немецкая фирма АЭГ в течение продолжительного времени выпускала асинхронные двигатели по чертежам Кольбена и Ариольда²⁴.

В 1896 г. Кольбен возвратился на родину и основал в Праге завод по изготовлению машин переменного тока. На своем предприятии Кольбен ввел много новшеств, например, индивидуальный электропривод станочного парка, мостовые краны с тремя электродвигателями и др. Первоклассная продукция завода уже с первых лет его существования нашла сбыт во многих странах мира, даже в таких промышленно развитых, как Англия.

Естественно, что история чехословацкой электротехники XIX столетия не исчерпывается приведенным выше фактическим материалом и нуждается в подробном изучении.

²² ČKD — Český Kolben—Danek.

²³ Он вместе с Бовери основал собственный завод в Бадене (фирма Броун—Бовери).

²⁴ М. О. Доливо-Добровольский. Из истории трехфазного тока. Наброски (о трехфазном токе). М.—Л., 1948.

ДИСКУССИИ

Н. Я. КОНФЕДЕРАТОВ

К ВОПРОСУ О ПЕРИОДИЗАЦИИ ИСТОРИИ ТЕХНИКИ

При исследовании истории техники, движущей силой которой является производство материальных благ, целесообразно обратиться к способу производства (в состав которого входит и техника) с тем, чтобы, разделяя сложное понятие «способ производства» на отдельные его составляющие, изыскивать критерии качественного состояния техники. Здесь представляется возможным, исходя из общего, избежать ошибки в построении периодизации развития техники на основе изменений какого-либо одного частного ее признака.

Так, например, нельзя считать удачным опыт построения периодизации развития техники на основе намеченных Марксом периодов развития машины: «Простые орудия, накопление орудий, сложные орудия; приведение в действие сложного орудия одним двигателем — руками человека, приведение этих инструментов в действие силами природы; машина, система машин, имеющая один двигатель; система машин, имеющая автоматически действующий двигатель, — вот ход развития машин»¹.

Поскольку определение Маркса относится к одному только элементу техники, неправомерно принимать это определение за основу периодизации техники в целом.

Можно предполагать, что, наряду с машинами, и другие элементы техники — технология, энергетика, — каждый в отдельности, также не могут быть определяющими критериями периодизации техники.

Отсюда возникает предположение, что критерий периодизации развития техники может быть выявлен путем анализа отдельных ее составляющих, причем не какой-нибудь одной из них, а всего их комплекса. Для выявления этого комплекса прежде всего надлежит обратиться к глубокому исследованию периодизации развития способа производства, установленной марксистской наукой.

Отдельные качественные ступени развития способа производства установлены достаточно четко как отдельные периоды исторического развития общества в целом, но этого недостаточно для раскрытия исторических периодов развития техники. Периодизация развития сложного целого не всегда может служить периодизацией для каждой отдельной его части. Техника (элемент производительных сил) — часть способа производства, а поэтому периодизация развития способа производства в целом недостаточна для

исследования развития техники, поскольку закон обязательного соответствия производственных отношений характеру производительных сил устанавливает динамическое соответствие, а не мертвое тождество. Это такое соответствие, где производственные отношения и производительные силы находятся в состоянии постоянного изменения, причем изменения производительных сил опережают вызываемые ими изменения производственных отношений. Однако ни в коем случае не следует противопоставлять периодизацию развития техники периодизации развития способа производства, так как последняя дает верную, но только с лиником общую схему развития техники. Верную потому, что существует объективный закон соответствия производственных отношений характеру производительных сил; слишком общую, непосредственно неприменимую потому, что соответствие — динамическое, и техника — только один элемент производительных сил.

Итак, работу по периодизации истории техники целесообразно начать с исследования периодизации развития способа производства. Это исследование удобно проводить путем уточнения периодов развития отдельных составляющих способа производства с тем, чтобы найти, какая из них (или какой комплекс этих составляющих) наилучшим образом ответит поставленной задаче: установлению периодизации развития техники, а также определяющего фактора (или комплекса факторов) среди движущих сил развития техники, раскрытию конкретных форм проявления этих движущих сил.

Исследование периодизации развития отдельных составляющих способа производства целесообразно начать с более известных, с тех, которые достаточно отчетливо выявляются непосредственно из исторического материала, расположенного в хронологическом порядке. Так, если обратиться к рассмотрению приведшихся выше в формулировке Маркса основных этапов развития орудий и машин, то нетрудно заметить, что за внешними конструктивными формами этих орудий или машин, за характером выполняемых ими технологических процессов выступает одна, достаточно отчетливо выраженная тенденция. Это — замена человека, как исполнителя различных производственных функций, машинами.

Применявшиеся сначала простые и даже сложные орудия первоначально приводились в действие «одним двигателем — руками человека».

Однако следующий шаг в периодизации Маркса — «приведение этих инструментов в действие силами природы» — уже означает возникновение первой формы замены человека машиной, характеризующейся передачей от человека машине энергетических функций. Эта первая замена прежде всего осуществлялась в выполнении такого производственного процесса, который не требовал от исполнителя ни мышления, ни навыков, ни познаний — ничего, кроме механической энергии, отдаваемой мельничному жернову в форме однообразного циклического движения.

Вторая форма замены человека машиной видна из следующего определения Маркса — «машина», под которой он подразумевал машину-орудие, заменившую руки, пальцы, а, следовательно, производственные навыки, умение, квалификацию рабочего — исполнителя технологических производственных процессов. Далее определение Маркса предусматривает развитие отдельной машины в целую систему машин, основанную на том же принципе замены рабочего машиной в выполнении технологических производственных функций. Затем отмечается новый этап в развитии уже ранее начавшейся замены энергетических функций, характеризующийся системой машин, «имеющих один двигатель».

Третья форма замены человека машиной отражается в определении Маркса указанием на возникновение автоматического производства. Здесь на машину возлагаются ранее выполнявшиеся че-

ловеком функции контроля над ходом тех или иных технологических процессов. Выполняя контрольные функции, автоматическая машина должна регистрировать отклонения от заданного режима, реагировать на них, восстанавливать режим. Так область замены человека машиной значительно расширяется.

Наконец, если развивать определение Маркса до нашего времени, то нетрудно увидеть, что современная счетно-решающая техника начинает осуществлять новую, четвертую форму замены человека — машина заменяет человека в выполнении ряда логических функций: запоминания, решения уравнений, отбора, классификации по заданным признакам, выполнения переводов.

Таким образом, ведущая тенденция в развитии орудий и машин — последовательная замена человека в выполнении все более и более сложных функций его практической производственной деятельности. В развитии этой тенденции отчетливо выступают отдельные последовательные качественные периоды.

1. Весь комплекс многообразных составляющих физической и интеллектуальной деятельности человека в производстве материальных благ выполняется самим человеком. Применяемые инструменты и орудия только «удлиняют» его естественные рабочие органы.

2. Человек заменяется энергетическими машинами, использующими неорганическую энергию природы (переходный период — биологическая энергия животных) в выполнении им функций двигателя.

3. Человек заменяется машиной в выполнении технологических производственных функций, требующих от исполнителя навыков, умения, квалификации (замена рук рабочего машиной-орудием).

4. Человек заменяется автоматизированными системами машин в выполнении функций контроля, наблюдения за производственным процессом и поддержания этого процесса в заданном режиме.

5. Человек заменяется счетно-решающими машинами в выполнении ряда логических операций.

Итак, за необычайно сложным комплексом разнообразных инструментов, орудий, машин и их систем выступает только пять качественно отличных ступеней развития. Здесь самая общая движущая сила развития — производство материальных благ — проявляется в более конкретной форме, присущей уже не только развитию общества в целом, но и развитию техники, связь между которыми проявляется в достаточно отчетливой форме: постоянный рост потребности в материальных благах может удовлетворяться главным образом путем роста производительности труда, а последняя может возрастать в результате передачи производственных функций машине, т. е. замены человека машиной в выполнении энергетических, технологических, контрольных, наконец, логических функций.

Отсюда представляется весьма целесообразным проведение исследований исторических путей замены человека машиной как одного из конкретных проявлений движущих сил развития техники.

Достаточно ясны последовательные качественные ступени развития второй существенной составляющей производства — энергетики. В начальный, длительный период развития общества человек сам выполнял энергетические функции производства, являясь единственным двигателем инструментов, орудий и простейших исполнительных технологических машин. Позднее выполнение функций двигателя было возложено на животных в тех случаях, когда это представлялось осуществимым по характеру производствен-

ного процесса и было экономически целесообразно. Таким образом, начальный период развития энергетики характеризуется исключительным использованием так называемой мускульной силы, или, вернее, биологической энергии человека и животных. Итак, первая ступень развития энергетики — это период биологической энергетики.

Следующей, второй, ступенью в развитии энергетики явилось отмеченное Марксом в приводившейся выше формулировке начало применения «сил природы», или, по современной терминологии, энергии неживой природы. Первыми источниками этой энергии, привлеченными к энергоснабжению производственных процессов, были водные, а несколько позднее — воздушные потоки, приводившие в действие водяные и ветровые колеса. Ветро- и гидроэнергетика исторически не являлись такими двумя видами энергетики, из которых один пришел на смену другому в процессе ее развития. Их распространение по времени было параллельным, а территориальное распространение обуславливалось местными географическими условиями. Эти два вида энергоснабжения характеризуют один и тот же исторический период развития способа производства. Они не только совпадают по времени преимущественного применения, но и однородны по своей физической сущности, представляя собой непосредственное использование имеющихся в природе источников механической энергии для приведения в движение исполнительных машин без преобразования энергии из одной формы в другую. Поэтому при выделении качественно отличной ступени развития энергетики целесообразно объединить родственные по времени, характеру и физическому содержанию гидро- и ветроэнергетику; присвоив подобному объединению термин механическая энергетика.

Следующей, третьей, ступенью развития энергетики было использование теплоты как источника механической работы. Теплоэнергетика, возникшая в начале XVIII в. в конкретной форме двигателей частного назначения, в последней четверти XVIII в. закончила период своего становления начавшимся внедрением в промышленность и транспорт универсального парового двигателя.

Однако в конце XIX в. теплоэнергетика, являющаяся и в настоящее время количественно преобладающей, получила, равно как и гидроэнергетика, значительный стимул к ускоренному развитию благодаря производству электрической энергии для энергоснабжения. Электрическая энергия не берется непосредственно из природы, а вырабатывается на тепловых, гидравлических и других электростанциях. Поэтому электроэнергетика как вторичная энергетика, привлекаемая в силу свойственной электроэнергии транспортабельности и трансформируемости в другие виды энергии, не явилась самостоятельной, сепаратной, независимой формой энергетики. Она не заменила первичные теплоэнергетику и гидроэнергетику, а, наоборот, стимулировала их дальнейшее, крайне ускоренное развитие, знаменуя в комплексе с ними следующий, четвертый период развития энергетики, отличающийся широким развитием энергетических систем, превращением энергии из элемента внутризаводского комплекса исходных данных производственного процесса в товар.

Наконец, в середине XX в. начинает свое быстрое развитие новый, пятый, период развития энергетики. Это — атомная энергетика, источником которой служат искусственно вызываемые распад тяжелых или соединение легких ядер атомов.

Последовательные качественные ступени развития энергетики могут быть представлены следующим кратким перечнем:

1. Биоэнергетика — использование в качестве источника механической работы биологической энергии человека и животных.

2. Механическая энергетика — использование механической энергии, проявляющейся в природе в виде потоков воды и воздуха.

3. Теплоэнергетика — использование в качестве источника механической работы теплоты, выделяющейся при сжигании топлива.

4. Современная комплексная энергетика — преимущественное использование в качестве первичной энергии тепловой и гидравлической, а в качестве вторичной — электрической энергии.

5. Атомная энергетика — использование проявляющейся при ядерных реакциях тепловой или электрической энергии.

Приведенные ступени развития энергетики соответствуют хронологии исторических фактов энергоиспользования. Легко показать обусловленность в последовательности этих ступеней, обратившись к рассмотрению некоторого количественного показателя, свойственного каждому из отдельных форм энергии. Таким показателем является удельная весовая энергоемкость носителя энергии, выражаемая как отношение количества механической работы в килограммометрах (кгм) к единице веса энергоносителя, т. е. в кгм/кг. Для живых двигателей подобный показатель неприменим вследствие особых форм восполняемости живого энергоносителя за счет биологической энергии. Тем не менее в отдельных случаях в косвенной форме энергоемкость живых двигателей может быть успешно привлечена для оценки исторических ступеней развития энергетики. Так, например, если для современного океанского судна водоизмещением в 40 000 т привлечь в качестве двигателя людей, как это делалось в античном мире, то для необходимой мощности в 70 000 л. с. потребуется свыше двух миллионов гребцов (при трехсменной работе), вес которых без багажа и запасов продовольствия в три раза превысит вес самого судна (подобный пример приведен профессором МВТУ А. И. Споровым в его оригинальных работах по истории техники).

Что касается энергоносителей неживой природы, то здесь показатель удельной энергоемкости выражается достаточно точными цифрами и дает интересные возможности для объяснения исторических фактов, для сопоставлений и прогнозов на будущее.

Носитель гидроэнергии — вода — располагает запасом энергии в зависимости от возможной высоты падения. Так 1 кг воды может располагать работой в 1; 10; 100; 1000 кгм в зависимости от высоты падения в 1; 10; 100; 1000 м. Еще меньшей энергоемкостью обладает носитель ветровой энергии — воздух, энергоемкость которого к тому же постоянно и бессистемно изменяется в зависимости от скорости ветра.

Носитель тепловой энергии — топливо — обладает весьма высокой энергоемкостью. Удельная теплотворная способность топлива колеблется в пределах от 2000 до 11 000 ккал/кг. Так как 1 ккал эквивалентна 427 кгм работы, то удельная энергоемкость 1 кг топлива будет лежать в пределах между 854 000 до 4 697 000 кгм/кг, или в среднем равна 2 775 500 кгм/кг (для сопоставления без значительной погрешности можно принять округленное значение 3 млн. кгм/кг). Даже если учесть, что к. п. д. тепловых установок в среднем примерно в три раза ниже, чем к. п. д. гидравлических, высокая энергоемкость горючего дает выход практически реализуемой энергии в десятки тысяч раз больший, чем энергоемкость воды. Именно этим объясняется обращение в XVIII в. к теплоэнергетике, как к возможности преодоления зависимости от локальных условий, свойственной гидроэнергетике вследствие низкой энергоемкости воды.

Энергоемкость электрической энергии является понятием несколько условным, поскольку эта энергия вторичная, преобразуемая из других видов энергии. Во всех случаях получения электроэнергии ее количество, относимое к весу генерирующего устройства (паротурбогенератор, дизельгенератор, гидрогенератор, гальваническая или аккумуляторная батарея), незначи-

тельно. Поэтому с позиций удельной энергоемкости электрическая энергия не играет такой роли, как тепловая, являющаяся в настоящее время, в силу высокой энергоемкости топлива, монопольной энергетикой водного и воздушного транспорта и преобладающей энергетикой — наземного.

Использование ядерной энергетикой с позиций удельной энергоемкости, безусловно, знаменует громадный скачок к новой качественной ступени развития энергетикой.

Исчисленная удельная энергоемкость ядерного горючего выражается в среднем в $8,5 \cdot 10^{12}$ ккал/кг по ядрам тяжелых изотопов и $64 \cdot 10^{12}$ ккал/кг по термоядерным реакциям, что в миллионы раз превышает среднюю энергоемкость обычного горючего. Даже если принять возможным использование только 10% располагаемой энергии ядерного горючего, энергоемкость носителей ядерной энергии более чем в миллион раз превосходит энергоемкость обычных энергетических топлив.

Отсюда вытекает ряд новых качеств исключительной значимости. Тысячи вагонов угля, потребляемого ежегодно тепловой электростанцией, могут быть заменены несколькими десятками килограммов ядерного горючего, и, таким образом, энергоемкий и дорогостоящий транспорт больших количеств топлива может быть практически исключен. Намечается грядущая эра совершенно независимой от локальных условий энергетикой, когда каждый энергопотребляющий объект в промышленности, на транспорте, в сельском хозяйстве и в быту сможет в любом месте располагать громадными количествами необычайно концентрированной атомной энергии, расходуемой в самых разнообразных целях: нагрева, охлаждения, кондиционирования, связи, транспорта, привода самых разнообразных орудий и машин.

Приведенные данные показывают безусловную необходимость учета последовательных смен форм энергетикой при периодизации истории техники. Действительно, паровая машина как двигатель прогресса XIX в. являлась им только потому, что была первым представителем энергетикой, «сравнительно мало зависящей в своем местопребывании от тех или иных локальных условий»². А это свойство полностью вытекает из высокой энергоемкости топлива.

Итак, в развитии энергетикой полезно отметить следующие ступени, характеризующие резкое отличие применяемых форм энергии по весовой энергоемкости, оказывающей громадное влияние на развитие техники:

1. Использование первичной механической (гидравлической и в меньшей степени — ветровой) энергии с удельной энергоемкостью от 10 до 1000 ккал/кг.

2. Использование первичной тепловой энергии со средней энергоемкостью $3 \cdot 10^6$ ккал/кг.

3. Использование первичной ядерной энергии с энергоемкостью от $8,5 \cdot 10^{12}$ до $64 \cdot 10^{12}$ ккал/кг.

Техника осуществляется на основе использования познанных законов природы. Поэтому выявление основных характерных ступеней в развитии познания законов природы существенно для понимания развития техники. Истории науки известны этапы развития естествознания. Нам нужно только выделить в этих этапах наиболее общие и широко характеризующие, относящиеся к наиболее существенным итогам, достигаемым естествознанием в отдельные периоды его развития. Такой наиболее общей и широкой характеристикой является степень научного проникновения человека в структуру окружающего его материального мира. Здесь известны следующие отдельные ступени развития познания.

² К. Маркс. Капитал, т. I, 1955, стр. 383.

1. Окружающий мир, его вещество и энергия познаются как континуум. Отдельные, чисто логические построения, приводившие к выводу о дискретности вещества, не имели значения в развитии производства на той его ступени, когда при его непосредственном влиянии складывались начала классической механики твердых тел, жидкостей и газов.

2. Атомистическая теория строения вещества получает экспериментальное обоснование. Складываются основы классической химии. Кинетическая теория теплоты является одним из решающих факторов в установлении закона сохранения и превращения энергии.

3. Открытие явлений радиоактивности позволяет познать сложную структуру атома. Физика и химия претерпевают значительные изменения. Познание структуры объективного мира обогащается открытием сложного комплекса составляющих атома. Устанавливается дискретность энергии.

4. Острие научного познания проникает внутрь атомного ядра. Это открывает неисчислимые возможности непосредственного проникновения в самые сокровенные тайники природы для получения вещества и энергии в любых необходимых количествах, в любых нужных формах.

Перечисленные крупные ступени развития познания объективного мира отчетливо проявляются в использовании познания для утилизации энергии природы в целях производства материальных благ. Как «умельцам» далекого прошлого, строившим немудреные деревянные водяные колеса, так и конструкторам современных мощных гидротурбин нет нужды считаться с дискретной структурой воды как носителя энергии: познание воды как континуума полностью удовлетворяет самые сложные гидродинамические расчеты.

Следующая ступень развития энергетикой — теплоэнергетика — использует закономерности теплового движения молекул и атомов.

Развитие электротехники с ее многообразными отраслями невозможно без познания закономерностей природы элементарных частиц периферийной структуры атома.

Наконец, атомная энергетика — энергетика проникновения внутрь ядра атома.

Связь ступеней развития энергетикой со ступенями познания структуры материального мира — только одна из множественности связей, рассмотрению которых целесообразно при исследованиях периодизации развития техники.

Действительно, энергетика связана, например, не только с естествознанием, но и с организационными формами производства; возможность замены человека машинами — со степенью познания законов природы; используемый техникой материал — с технологическими процессами. Наконец, самый способ производства является проявлением связи между производительными силами, в состав которых входит техника, и производственными отношениями.

Примеров взаимосвязи элементов техники как между собой, так и с элементами других объектов, входящих в состав техники в процессе их совместного развития, можно привести очень много. Для удобства обозрения таких примеров с выделением отдельных элементов (орудия, энергетика, естествознание, материалы, организация, энергоемкость и т. д.) и качественных ступеней исторического развития каждого из них целесообразно представить эти примеры в форме таблицы.

Каждый вертикальный ряд таблицы отведен для размещения предельно сжатых характеристик отдельных последовательных качественных ступеней развития какого-либо одного из рассматриваемых элементов. Очевидно, что при отдельных исследованиях и подобную таблицу можно включать любую

Ступени развития орудий и машин	Ступени развития методов замены человека машинами	Ступени развития энергетики (по формам энергии)	Ступени развития энергетики (по энергоемкости)
«Простые орудия» ¹ , собранные простых орудий	Вся совокупность элементов производственного процесса выполняются человеком	Биологическая энергия человека	—
«... Сложные орудия; приведение в действие сложного орудия одним двигателем — руками человека» ¹	Начало замены человека в исполнении функций двигателя другими живыми двигателями	Биологическая энергия человека и животного	—
Начинаются «... приведение этих инструментов в действие силами природы» ¹	Начало замены человека в исполнении функций двигателя двигателями неживой природы	Механическая энергия природы (гидравлическая и ветровая энергия)	5—50 кГм/кг
Более широко используется «... приведение этих инструментов в действие силами природы» ¹	Более широкая замена человека в исполнении функций двигателя двигателями неживой природы	»	5—100 кГм/кг
«... Машина; система машин; система машин, имеющая один двигатель»	Начало замены человека в исполнении технологических производственных процессов	Тепловая энергия	3 млн. кГм/кг
Возникает «система машин, имеющая автоматический двигатель» (автоматически поточные линии)	Замена человека в исполнении функций контроля и направления производственных процессов	Тепловая энергия, гидравлическая энергия, электрическая энергия	От 5 кГм/кг до 3 млн. кГм/кг
Всестороннее развитие автоматического производства	Начало замены человека в исполнении логических функций	Внутриядерная энергия и все предельные виды энергии	До 64 триллионов кГм/кг

Таблица

Ступени использования основных материалов производства	Ступени развития организационных форм производства	Ступени познания структуры окружающего материального мира	Ступени развития способов производства
Камень, бронза	Простая кооперация; выделение ремесла	Абстрактные обобщения отсутствуют	Первобытно-общинный
Камень, бронза, медь, железо	Ремесленное производство; спорадическое применение простой кооперации	Континуум (ограниченные логические представления о дискретности материи; понятие об атоме как мельчайшей частице материи)	Рабовладельческий
Железо, углеродистая сталь	Цеховое ремесленное производство	Континуум; начало опытной науки	Феодалный
Углеродистая сталь; начало применения легированных сталей	Мануфактурное производство (ручное, с широким разделением труда)	Обращение к теории дискретности материи для объяснения данных опыта — кинетическая теория тепла	Переходный от феодального к капиталистическому (период первоначального накопления)
Углеродистая и легированная стали: начало применения специальных сплавов	Машинное производство	Молекулярно-атомная структура вещества	Капиталистический
Легированная сталь, алюминий, специальные сплавы, синтетические материалы	Автоматическое серийное и поточное производство	Элементарные частицы: электрон, нейтрон; познание дискретности энергии; начало проникновения в ядро атома	Кризис капитализма; возникновение социализма с превращением его в мировую систему
Возникновение принципиальной возможности получения материалов с любыми свойствами	Высшие формы автоматического производства	Дальнейшее проникновение в ядро атома	Коммунизм

¹ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. IV, 1955, стр. 156.

желательные объекты или отдельные их элементы. Это нечто вроде широко и плодотворно используемых в исторических исследованиях синхронистических таблиц, отличающихся в данном случае глубокой взаимосвязью и взаимообусловленностью рассматриваемых объектов и их элементов.

Горизонтальные ряды таблицы содержат в себе в той или иной степени совпадающие по времени качественные периоды развития отдельных элементов. В горизонтальных рядах нет абсолютных совпадений во времени начал переходов на новые качественные ступени развития тех или иных элементов исследуемого объекта, в силу отмеченных выше и обуславливаемых самим процессом развития отставаний и опережений.

Вместе с тем каждый горизонтальный ряд таблицы в целом, безусловно, представляет собой совокупность объектов и их элементов, качественно отличную от выше- и нижележащих совокупностей. Общей качественной характеристикой каждой из указанных совокупностей является представленный в последнем вертикальном столбце способ производства. Эта характеристика охватывает размещенные в других вертикальных столбцах объекты и их элементы.

Приведенная таблица дается не как решение задачи о периодизации, а как представляющий собой целесообразный метод решения этой задачи, который может одновременно служить и методом выявления конкретных исторических проявлений движущих сил развития техники.

Действительно, несмотря на свою неполноту, таблица, являющаяся лишь первым приближением к сложному действительному процессу исторического развития, уже позволяет сделать некоторые выводы.

Прежде всего таблица отражает проявление закона обязательного соответствия производственных отношений характеру производительных сил. Она показывает, как отдельные составляющие техники в своем историческом развитии проходят последовательные качественные ступени, из которых складываются качественные ступени развития техники в целом. Эти стороны в основном соответствуют историческим периодам развития способов производства, представленным в таблице в виде сменявшихся общественно-экономических формаций. Это соответствие указывает, что периодизация развития техники в целом, как элемента производительных сил общества, в основном должна совпадать с периодизацией развития общества. Вопрос может заключаться только в уточнении сроков возникновения новой техники, соответствующей в основном какой-либо отдельной общественно-экономической формации в недрах предыдущей формации.

При уточнении сроков возникновения новой техники в недрах старой общественно-экономической формации разница во времени возникновения отдельных элементов новой техники проявится более отчетливо. Так, например, в таком историческом переходе к новой качественной ступени, как промышленный переворот XVIII в., машина-орудие опережала машину-двигатель, а при возникновении автоматического производства машина-двигатель опережала машину-орудие. Поэтому целесообразна постановка исследования периодов развития, характерных для отдельных отраслей, направлений, элементов техники, для которых периодизация по общественно-экономическим формациям является слишком общей.

Как уже упоминалось, построение периодизации развития техники в целом по периодам развития отдельных ее составляющих (энергетики, машин, технологии) следует считать несостоятельным. Действительно, таблица не дает оснований принять какой-либо один из элементов техники за ведущий. Все эти элементы настолько взаимосвязаны, что выделение любого из них является искусственным. Разве можно, например, считать определяющим элементом развития техники машиностроение без энергетики или, на-

оборот, энергетику без машиностроения, когда оба эти существеннейшие элемента техники развивались, развиваются и впредь будут развиваться только в тесной взаимосвязи и взаимообусловленности.

Очевидно далее, что если в обобщающих работах по истории техники неправомерно выделять в качестве определяющего один из составляющих технику элементов, то неправомерно также и не учитывать, замалчивать любой из них. Это, по-видимому, уместно отметить потому, что один из существенных элементов техники — энергетика, значение которой (отмеченное еще в трудах основоположников марксизма-ленинизма), сейчас начинает более отчетливо проявляться в связи с громадными перспективами использования атомной энергии, не учитывался при отдельных опытах разработки периодизации истории техники. Периодизация энергетики по удельной энергоемкости, приведенная в таблице, отчетливо указывает на значение энергетики в процессе развития техники.

В таблице намечены и ступени развития областей, не входящих в состав техники. Это прежде всего область научной деятельности, направленной на познание структуры окружающего материального мира. Эта деятельность, как видно из таблицы, имеет в своем развитии определенные связи с развитием техники. Поскольку раскрытие взаимосвязей подобного рода помогает исследованию процесса развития техники, то возникает вопрос о целесообразности исследования связей развития техники с развитием ряда других направлений деятельности человека. Интересны и мало исследованы исторически связи техники с искусством, возможности которого во многом определяются техникой, с медициной, с географией, с экономикой. Не менее интересно исследование связи развития техники с развитием использования материалов для производства орудий, намеченное в виде первого приближения в одной из колонок таблицы.

Поскольку представленная таблица является только первым, грубым приближением к охвату сложной картины развития техники, необходима работа по уточнению и дополнению этой картины. Такое дополнение прежде всего мыслится исследованием ряда вертикальных рядов по отдельным областям техники (горное дело, строительное дело, транспорт, судостроение, авиация и т. д.). Особенно перспективным представляется исследование взаимосвязей в развитии естествознания и техники, организуемое в форме комплексных работ, проводимых путем творческой кооперации физиков и энергетиков, химиков и металлургов, механиков и машиностроителей, ученых и technicians ряда других областей.

Представляется, что разработка совокупных синхронистических таблиц развития может способствовать (особенно при дальнейшем их уточнении и расширении) систематизации в вопросе планирования историко-технических исследований, разграничивая работы, посвященные вертикальным элементам таблицы, от горизонтальных ее ступеней.

В настоящее время мы не в состоянии сослаться на наличие достаточного количества обобщающих исследований, посвященных раскрытию закономерностей развития разных областей техники.

Еще меньше обобщающих работ, посвященных комплексному исследованию той или иной ступени развития техники в целом с охватом всех ее элементов: технологических, энергетических, организационных — в их взаимосвязях. Исследования такого рода, направленные на всемерное уточнение содержания и границ отдельных качественных ступеней развития техники, явились бы ценным вкладом в работу по раскрытию закономерностей развития техники.

В заключение следует остановиться на вопросе о выявлении движущих сил развития техники. Нет сомнений в том, что в конечном счете основной, первичной, определяющей движущей силой развития техники является про-

изводство материальных благ. Но эта первичная, наиболее обще выраженная движущая сила может конкретно проявляться в самых разнообразных частных формах, без раскрытия которых трудно проследить закономерности развития техники, изыскать возможности научных прогнозов ее дальнейшего прогресса. Так, например, общее стремление людей к производству материальных благ может проявляться в конкретной форме замены человека машиной, способствующей повышению самого существенного показателя качества совершенства производства — **п р о и з в о д и т е л ь н о с т и т р у д а**. При изучении истории любой области техники, любого технического объекта существенно необходимо исследование динамики производительности труда как одной из основных форм связи процесса развития изучаемого объекта с движущей силой, определяющей это развитие.

Сопоставление данных (в вертикальной колонке) развития какой-либо области техники с данными (в параллельной колонке) во многих случаях скачкообразного изменения производительности труда в сфере исследуемой области техники сможет в значительной степени способствовать решению задачи раскрытия законов развития техники и конкретных проявлений движущих сил этого развития.

К числу таких конкретных проявлений, помимо упоминавшихся (замена человека машиной, рост производительности труда), можно добавить и многие другие (например, интенсификация производства и т. д.). Здесь представляется широчайшее поле для историко-технических исследований разнообразных форм конкретного проявления движущих сил развития техники, в том числе и таких, которые уже непосредственно определяют качественное содержание техники: конструктивные формы, технологические процессы, осваиваемые параметры, применяемые материалы и многие другие формы, зримые, вещественные, поддающиеся количественному учету, измерениям, анализу, что дает возможность подкреплять выводы исследований цифрами, расчетами, графиками, диаграммами, статистическими данными, — делать их убедительными, обоснованными, неопровержимыми. Исследование динамики изменения таких качественных и количественных показателей техники, как, например, давление пара, напряжение тока, мощность агрегата, коэффициент полезного действия, дальность передачи, скорость движения, тоннаж, грузоподъемность, удельная производительность и множество других, представляет необозримое поле деятельности для историков техники.

Таковы самые общие соображения по вопросу о некоторых методах разработки научно-обоснованной периодизации истории техники.

А. А. ЗВОРЫКИН

О НЕКОТОРЫХ ВОПРОСАХ ПЕРИОДИЗАЦИИ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ¹

Вопросы периодизации привлекают внимание историков различных отраслей науки. Время от времени на страницах различных журналов и на специальных конференциях обсуждаются вопросы периодизации, но, к сожалению, конструктивных результатов эти дискуссии пока не дали.

Характерной особенностью проведенных дискуссий по периодизации истории советского общества и особенно статей на ту же тему, в свое время появившихся в журнале «Вопросы истории», является стремление обсудить конкретные вопросы периодизации без рассмотрения методологических сторон данной проблемы. Между тем без выяснения методологических вопросов невозможно решить и конкретные вопросы.

Все марксисты сходятся на том, что при периодизации всех общественных явлений необходимо исходить из учения марксизма о социально-экономических формациях. Однако нужно помнить, что каждая группа общественных явлений имеет свои особенности.

О необходимости учитывать эти особенности говорил Ф. Энгельс в письме к Конраду Шмидту от 27 октября 1890 г., рассматривая соотношения производства и торговли: «Там, где существует разделение труда в общественном масштабе, отдельные процессы труда становятся самостоятельными друг от друга. Производство является в последнем счете решающим. Но как только торговля продуктами обособляется от производства в собственном смысле, она следует своему собственному движению, над которым в общем и целом господствует производство, но в отдельных частностях и внутри этой общей зависимости она (торговля) все же следует своим собственным законам, которые присущи природе этого нового фактора. У этого движения есть свои собственные фазы, и, в свою очередь, оно оказывает обратное действие на движение производства»².

Далее, поясняя свою точку зрения, Энгельс подчеркивал, что речь идет не только о торговле и производстве, но и о других областях общественных явлений. Говоря, например, о государстве и политическом движении, он указывал: «Экономическое движение в общем и целом проложит себе путь, но оно должно испытывать на себе также и обратное действие от политического движения, которое оно само для себя создало и которое обладает относительной самостоятельностью»³. Еще более определенно по этому вопросу сказано в «Диалектике природы»: «... в любой научной области — как в области природы, так и в области истории — надо исходить из данных

¹ Вопросы периодизации истории науки даются в порядке обсуждения.

² К. Маркс — Ф. Энгельс. Сочинения, т. 28. М., 1940, стр. 256.

³ Там же, стр. 258.

нам фактов. . . нельзя конструировать связей и вносить их в факты, а надо извлекать их из фактов и, найдя, доказывать их, насколько это возможно, опытным путем»⁴.

Отсюда следует, что периодизация должна не привноситься в ту или иную группу явлений, а выводиться из особенностей развития этих явлений. Серьезная ошибка некоторых советских историков заключается в том, что эти положения марксизма игнорируются ими так же, как игнорируются и классические примеры решения вопросов периодизации в отдельных работах основоположников марксизма.

Яркий пример того, как Маркс выводит периодизацию политической истории из самой этой истории, дает его произведение «18 брюмера Луи Бонапарта», излагающее историю французской революции в период от 24 февраля 1848 г. до 2 декабря 1851 г.

Маркс выделяет главные периоды:

«февральский период; от 4 мая 1848 до 28 мая 1849 г.: период учреждения республики или Учредительного национального собрания; от 28 мая 1849 до 2 декабря 1851 г.: период конституционной республики или Законодательного национального собрания»⁵. Не менее яркий пример установления периодизации на основе анализа изучаемых явлений содержится в работе В. И. Ленина «Развитие капитализма в России», в которой выделены такие исторические периоды, как:

- 1) разложение крестьянства;
- 2) переход земледельцев от барщинного хозяйства к капиталистическому;
- 3) рост торгового земледелия;
- 4) первая стадия капитализма в промышленности;
- 5) капиталистические мануфактуры и капиталистическая работа на дому;
- 6) развитие крупной машинной индустрии.

О том, что сам объективный ход истории помогает наметить внутренние периоды, на которые распадается история, видно даже из работ буржуазных историков.

В. О. Ключевский, например, выделял ряд основных периодов, частично совпавших с периодизацией, данной марксистской наукой. Историю России Ключевский предложил разделить на следующие периоды: VIII—XIII вв. — «Русь днепровская, городская, торговая»; XIII—XV вв. — «Русь верхневолжская, удельно-княжеская, вольно-земледельческая»; XV—XVII вв. — «Русь великая, московская, царско-боярская, военно-земледельческая»; XVII—XIX вв. — «Период всероссийский, императорский, дворянский, период крепостного хозяйства, земледельческого и фабрично-заводского». В данном случае важно не то, какой признак, какую сторону явлений отдельных периодов брали за основу крупные русские буржуазные историки, — важен факт установления некоторых периодов, которые были приняты затем марксистской историей.

В области периодизации истории естествознания и техники как с теоретической точки зрения, так и в отношении конкретной периодизации отдельных отраслей науки и техники сделано еще меньше, чем в области гражданской истории.

Для истории естествознания вопрос о периодизации не является новым. Его приходилось так или иначе решать многим видным буржуазным историкам естествознания.

Приведем некоторые примеры.

⁴ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., 1955, стр. 26.

⁵ К. Маркс — Ф. Энгельс. Избр. произв., т. I. М., 1955, стр. 217.

Поль Таннери в книге «Исторический очерк развития естествознания в Европе в 1300—1900 гг.» (русское издание 1934 гг.) дает периодизацию, основанную преимущественно на хронологическом принципе.

Даниелман в четырехтомной «Истории естествознания» (русский перевод 1938 г.) отходит от чисто хронологического принципа и дает периоды, частично совпадающие с социально-экономическими эпохами:

- а) от зачатков науки до эпохи Возрождения;
- б) возникновение современного естествознания (XVII в. — середина XVIII в.);
- в) расцвет современного естествознания (середина XVIII в. — середина XIX в.);
- г) расцвет современного естествознания (вторая половина XIX в.).

Розенбергер в своей «Истории физики» (русский перевод 1935—1937 гг.) отчетливо разделяет историю физики на периоды, исходя из общесторической периодизации:

- а) древние века;
- б) средние века;
- в) новое время (XVII—XVIII вв.);
- г) XIX в. с подразделением на две половины — до и после 40-х годов.

Что касается периодизации в рамках основных периодов, то Даниелман и Розенбергер подчиняют ее как хронологическому принципу, так и принципу деления по важнейшим открытиям.

Копп в книге «История химии» (1921) дает периодизацию, исходя из химических воззрений каждой эпохи:

- а) химия древности;
- б) химия средневековья — век алхимии;
- в) химия эпохи Возрождения — век ядерной химии;
- г) химия нового времени (середина XVII в. — конец XVIII в.) — век флогистонной теории;
- д) современная химия (с начала XVIII в.) — век количественных исследований.

Этот принцип периодизации химии принят и учениками Коппа.

Представитель английской школы истории естествознания Вильям Уэвелл в книге «История индуктивных наук» (русский перевод 1867 г.) основным критерием периодизации берет метод познания природы:

- а) для первого периода — греческая философия, которая в самом начале встала на путь индуктивного исследования, но вскоре отклонилась от него;
- б) средние века, характеризующиеся застоєм индуктивных наук;
- в) новое время, на которое собственно и приходится основное развитие индуктивных наук.

В рамках этих разделов Уэвелл намечает так называемые индуктивные эпохи, подразделяя их, в свою очередь, по работам крупнейших представителей науки: Галилей, Ньютон в механике, Лавуазье — в химии, Юнг и Френель — в оптике, Дэви и Фарадей в электротехнике и т. д.

В периодизации, принятой указанными буржуазными историками естествознания, есть серьезные недостатки, которые были подвергнуты критике Б. М. Кедровым в интересном докладе «К вопросу о принципах периодизации истории естествознания», сделанном им в 1946 г. на совещании по истории естествознания. Буржуазные историки, конечно, не марксисты — это эклектики, некоторые из них идеалисты, но, хорошо зная факты, они не могли не видеть объективно существовавших периодов в развитии естествознания.

Каждый мало-мальски непредубежденный историк естествознания, хорошо владеющий материалом, не мог не заметить в развитии естествознания различные эпохи, а заметив это — не попытаться найти какой-то единый

критерий, характеризующий весь данный период истории естествознания (так, как это сделал Копи, выделивший периоды, исходя из особенностей химических воззрений, и Уэвелл, исходя из особенностей методов познания природы).

Внутренняя периодизация дается не только по хронологическому принципу, но и по крупнейшим ученым, формулировавшим новые пути естествознания в рамках того или иного периода.

Все это должно быть внимательно учтено при разработке марксистской периодизации истории естествознания как неосознанное отражение буржуазными историками объективного хода развития естествознания.

Исключительно большое значение для марксистской истории естествознания, в том числе для ее периодизации, имеет работа Энгельса «Диалектика природы». Энгельс в ряде мест подчеркивает огромное значение для периодизации истории естествознания социально-экономических моментов. «Современное естествознание... начинается с той грандиозной эпохи, когда бюргерство сломало мощь феодализма, ... с той эпохи, которая создала в Европе крупные монархии, сломала духовную диктатуру папы»⁶. Но было бы ошибкой утверждать, что Энгельс сводит периодизацию естествознания к периодизации гражданской истории.

Он рассматривает историю естествознания в рамках социально-экономических эпох, но общую характеристику и внутренние периоды Энгельс дает, исходя исключительно из развития естествознания. Он говорит о первом периоде в развитии естествознания — времени овладения материалом; ступенями этого периода, по Энгельсу, были работы Коперника, Кеплера, Галилея. Этот период он заканчивает работами Ньютона. В связи с механикой и астрономией развиваются аналитическая геометрия Декарта, логарифмы Непера, дифференциальное и интегральное исчисления Лейбница и Ньютона. Характерной чертой этого периода, по Энгельсу, является господство мировоззрения, утверждающего абсолютную неизменность природы.

Второй период в развитии естествознания начинается с середины XVIII в. Это был период теоретического естествознания. Начинается он работами Канта, его космогонической теорией, позднее развитой Лапласом, Гершелем. Огромную роль в развитии новой геологии сыграл Ляйель. Физика преобразуется благодаря работам Майера, Джоуля (превращение теплоты в механическую энергию, установление механического эквивалента теплоты). Развитие химии в этот период связывается Энгельсом с работами Лавуазье, Дальтона. В биологии Энгельс отмечает открытие клетки и особенно разрушение представлений о неизменяемости видов (Вольф, Ламарк, Бэр). Этот период завершается в 1859 г. работами Дарвина. Он характеризуется победой идеи эволюции — «все застывшее стало текучим»⁷.

Рассматривая критерии периодизации истории естествознания, данные в «Диалектике природы», мы видим, что в их основе лежит сознательное продолжение того, что бессознательно было подмечено буржуазными учеными, а именно — рассмотрение развития естествознания в рамках социально-экономических эпох, выделение того общего, что характеризует естествознание каждого периода; внутри же периода — выделение отдельных отраслей естествознания по мере их формирования и развития, выделение научных открытий, сделанных отдельными учеными, как этапов развития этих отраслей.

Как рассматриваются в наше время вопросы марксистско-ленинской периодизации истории естествознания? В этом отношении характерным является упомянутый выше доклад Б. М. Кедрова, наиболее глубоко и

серьезно занимавшегося этими вопросами. Б. М. Кедров, естественно, берет в основу работы Энгельса, но при этом, правильно подчеркивая необходимость изучать историю естествознания в рамках отдельных социально-экономических формаций, он слишком увлекается периодизацией гражданской истории, забывая, что не конкретные этапы гражданской истории, а особенности развития естествознания должны определять внутренние этапы его развития. Так, он предлагает разделить период с середины XVI в. до середины XVIII в. на три этапа, соответствующие трем решающим битвам, которые европейская буржуазия дала феодализму. Период буржуазной науки XIX в. Кедров предлагает делить на два этапа: а) от французской буржуазной революции конца XVIII в. до революции 1848 г., б) от революции 1848 г. до Парижской Коммуны.

Ни в какой степени не отрицая влияния революции на развитие естествознания, надо все же исходить при периодизации внутренней истории развития естествознания в XV—XVIII и в XIX вв. из особенностей этого развития.

На основании чего же тов. Кедров выводит внутренние периоды развития естествознания?

«Поскольку история естествознания, — говорит он, — есть процесс познания природы, постольку надо устанавливать периодизацию, исходя из логики научного познания». Ссылаясь на известные положения марксизма о трех стадиях познания — 1) созерцание в целом, 2) анализ, 3) синтез — и вводя промежуточные переходные периоды, Кедров приходит к следующей периодизации увязанной у него с социально-экономическими периодами истории.

I. Донаучные периоды:

- 1) диалектический натурфилософский (основной), отвечающий рабовладельческому строю (древности);
- 2) схоластический, промежуточный, отвечающий феодальному строю (средневековью).

II. Научные периоды:

- 1) метафизический (основной), отвечающий эпохе буржуазных революций, эпохе мануфактурного капитализма (XVI—XVIII вв.);
- 2) стихийно-диалектический (промежуточный), отвечающий эпохе утверждения капитализма, его промышленной монополистической стадии (XIX в. до 70-х годов);
- 3) кризис естествознания (промежуточный), отвечающий эпохе империализма как загнивающего капитализма (с 70-х годов XIX в. до полного свержения капитализма);
- 4) сознательно-диалектический (основной), отвечающий социалистическому строю (с 1917 г.).

Периодизация эта подкупает своей стройностью и подчеркиванием единой идеи развития, но, по существу, выводится опять-таки не из развития самого естествознания, а из развития форм человеческого сознания — философии. Но поскольку философия касается общих вопросов мышления, то философская периодизация может быть применена не только к развитию естествознания, но и к развитию других разделов человеческой культуры.

На совещании 1946 г. взгляды Б. М. Кедрова, как известно, подверглись критике и уже в своей последующей работе, в статье «Естествознание» для БСЭ, Б. М. Кедров дает другую периодизацию:

- 1) первый подготовительный период (рабовладельческое общество);
- 2) второй подготовительный период (феодалное общество);
- 3) период механического естествознания — с середины XV в. до второй половины XVIII в. (период мануфактуры);
- 4) период эволюционных идей в развитии естествознания — с первой

⁶ Ф. Энгельс. Диалектика природы. М., 1955, стр. 152.

⁷ Там же, стр. 11.

трети XIX в. примерно до 70-х годов (домонополистический капитализм);
5) кризис естествознания, начавшийся с переходом капитализма в его последнюю стадию;

6) диалектико-материалистический период развития естествознания, связанный с развитием естествознания в СССР.

Но в этой периодизации мы не видим последовательности в определении периодов развития естествознания.

Остановимся вкратце также на вопросах периодизации истории техники. До сих пор историки техники, исходя из соответствия техники определенным общественно-экономическим периодам и положением Маркса о том, что «экономические эпохи различаются не тем, что производится, а тем, как производится», рассматривали развитие техники лишь в рамках общественно-экономических формаций (техника первобытнообщинного строя, рабовладельческого, феодального, капиталистического и социалистического). Так были построены и программы по истории техники для вузов.

Такое построение имеет некоторые основания, поскольку известно, что каждому этапу в развитии общества соответствовал определенный этап в развитии техники. Расчленение материала истории техники в рамках отдельных формаций строилось опять-таки, исходя из внутренних этапов развития данной формации. Техника капитализма, в частности, излагалась в рамках трех периодов: периода победы и утверждения капитализма, периода начавшегося упадка капитализма и периода общего кризиса капитализма. Все, кто работает в области истории техники, знают, что техника каждого из этих периодов имела характерные черты. Первый период характеризуется появлением и распространением рабочих машин, появлением и применением паровой машины, использованием в технике чугуна и железа. В этот период господствуют машины преимущественно с прямолинейно-возвратным движением. Второй период характеризуется массовым применением стали в технике, появлением и распространением электропривода, появлением электростанций, переходом от поршневых машин к турбинам. В третий период, наряду с развитием электрических двигателей, происходит исключительно быстрое развитие двигателей внутреннего сгорания, развивается радиотехника. Мы здесь не станем перед собой задачи дать законченную характеристику техники каждого периода и ограничимся лишь показом того нового, особенного, что появляется в рамках каждого периода. Вместо с тем это новое трудно уловить и с особенностями экономического и политического развития страны на каждом этапе.

Техника социалистического общества рассматривалась до сих пор отдельно. История техники в СССР излагалась по основным этапам экономического развития Советского Союза: развитие техники в восстановительный период, в период довоенных пятилеток, в период Великой Отечественной войны и в послевоенный период.

Хотя эта периодизация и получила признание, одна ли можно согласиться с ней на будущее, так как она выведена не из особенностей развития производительных сил и техники, а лишь из особенностей экономического и социально-политического развития. Вместо того, чтобы выводить периодизацию из существа изучаемых явлений, в данном случае из развития техники, программа заимствовала общеоценочную периодизацию. При этом не обращалось внимания на то, что развитие техники лишь в конечном счете совпадает с периодами общеоценочного развития и что техника как объект исторического исследования имеет свои специфические особенности. Непригодность принятой для истории техники периодизации особенно заметной стала после того, как некоторые авторы стали превращать и экономическую и политическую периодизацию в универсальную не только для всеобщей

истории техники и отраслевой техники, но и для истории отдельных разделов техники, истории отдельных машин, технических идей.

На дискуссии 16—17 октября 1952 г. в бывшей Комиссии по истории техники ОН АН СССР была высказана такая точка зрения на периодизацию истории техники: «Непревзойденным образом марксистско-ленинской периодизации истории является классический сталинский Краткий курс истории ВКП (б). Мы должны руководствоваться учением И. В. Сталина о периодизации истории. Краткий курс истории ВКП (б) является энциклопедией всех основных знаний марксизма-ленинизма, а это значит, что данная в нем периодизация является руководящей при освещении истории производства техники в целом и ее отдельных отраслей» (цитировано по протоколу заседания Комиссии по истории техники ОН АН СССР от 16—17 октября 1952 г. стр. 55).

Если излагать историю рудничной нагонетки в соответствии с этой рекомендацией, она выглядела бы так: «развитие нагонетки в период иностранной военной интервенции и гражданской войны (1918—1920)», «развитие нагонетки в период перехода на мирную работу по восстановлению народного хозяйства (1921—1925)» и т. д. И подобные утверждения преподносились обычно как наиболее последовательное и творческое применение марксизма с политическими выпадами против всех, кто был не согласен следовать этой грубой вульгаризации марксизма.

Такие предположения могли только дезориентировать ученых, работающих в области истории техники. Один крупный специалист, длительное время работавший по истории текстильной техники, в связи с указанным суждением, писал мне: «Я в растерянности, как мне изложить историю своей отрасли по периодам истории партии. У меня это дело не получается».

Настало время заняться разработкой периодизации истории техники, вытекающей из глубокого анализа и обобщения особенностей развития техники в целом и отдельных ее отраслей. Хотя, повторим, в конечном счете для всеобщей истории техники эта периодизация и совпадает с экономическими периодами развития человеческого общества, но характеристику этих периодов надо заимствовать не из области экономической и политической истории, а выводить из особенностей развития самой техники. В этом отношении весьма интересна схема развития орудий труда, данная Марксом в книге «Нищета философии».

Эта схема, по существу, дает логическую и историческую периодизацию истории техники. Вот она: «простые орудия; накопление простых орудий; сложные орудия; приведение в действие сложного орудия одним двигателем — руками человека; приведение этих инструментов в действие силами природы; машина; система машин, имеющая один двигатель; система машин, имеющая автоматически действующий двигатель...»⁸.

Каждый этап в развитии техники в свете указанной схемы может быть подразделен, опять-таки исходя из особенностей развития техники.

Весьма показательна в этом отношении работа Энгельса по истории винтовки. После общего введения Энгельс излагает историю винтовки, беря этапами этой истории ряд важнейших изобретений: изобретение, сделанное Дельвином в 1828 г., открытие Минье в 1849 г., преимущества пули, выработанной со стороны основания; изобретение английского оружейного мастера Вильяльсона и австрийского офицера Лоренца в 1852 г. и т. д.

Вопросы периодизации техники не так давно подверглись обсуждению в связи с рассмотрением проекта новой программы по истории техники для вузов. Предложения о перестройке программы в соответствии с периодизацией, вытекающей из самого существа развития техники, выдвинутые

⁸ К. Маркс и Ф. Энгельс. Соч., т. IV, 1955, стр. 156.

нами, вызвали возражения сторонников старой периодизации по социально-экономическим формациям. Поэтому Министерством высшего образования СССР была принята периодизация, подчеркивающая в заголовке каждого этапа как особенности развития техники, так и характер общественно-экономических условий, в рамках которых данная техника рассматривается. Эта периодизация сводится к следующему:

1. Возникновение и развитие орудий труда в условиях первобытно-общинного способа производства.

2. Развитие и распространение сложных орудий труда в условиях рабовладельческого способа производства.

3. Развитие и распространение в условиях феодального способа производства сложных орудий труда, приводимых в действие силами природы.

4. Возникновение в условиях мануфактурного периода предпосылок для создания машинной техники.

5. Появление и распространение рабочих машин на базе парового двигателя в период победы и утверждения капитализма в передовых странах.

6. Развитие системы машин на базе электропривода в период начавшегося упадка капитализма.

7. Подготовка и осуществление перехода к автоматическим системам машин в условиях общего кризиса капитализма и строительства социализма.

Эта периодизация является шагом вперед по сравнению с принятой ранее, поскольку в ней подчеркивается важнейший конституционный признак техники для каждого этапа. Одновременно техника каждого этапа связывается с характеристикой особенностей этапа с точки зрения социально-экономической. Другой особенностью этой периодизации является то, что техника периода подготовки и осуществления перехода к автоматическим системам машин, по своей естественнонаучной основе одинаковая как для капиталистических стран, так и для стран социализма, рассматривается в рамках единого этапа. При этом подчеркиваются особенности развития этой техники применительно к различным социально-экономическим условиям капитализма и социализма.

Теперь предстоит разработать вопросы о порядке изложения истории техники в рамках каждого из указанных выше этапов. Дело здесь сведется не к дальнейшему хронологическому расчленению каждого этапа на более мелкие периоды, а к рассмотрению истории техники, исходя из тех основных закономерностей и взаимосвязей отдельных отраслей, которые являются специфическими для каждого периода.

Маркс применительно к периоду появления и распространения рабочих машин на базе парового двигателя изложил историю развития техники в следующем порядке.

1. Появление рабочих машин в текстильной промышленности как начало перехода к машинной технике.

2. Революция химической технологии, вызванная запросами текстильной промышленности (крашение).

3. Переход от гидравлического двигателя к паровой универсальной машине.

4. Производство машин машинами.

5. Техническое перевооружение металлургии и горного дела.

6. Техническое перевооружение транспорта и связи.

Хотя техническое развитие этих отраслей и не было строго хронологически последовательным, но конкретный анализ развития совокупной техники на данном этапе показывает ведущие и ведомые звенья техники, показывает последовательность, с которой происходил переход к машинному производству в конце XVIII в. и на протяжении 60—70 лет XIX в. К сожалению, мы не имеем еще законченного анализа закономерного хода развития

техники для второго периода машинного производства, связанного с развитием системы машин на базе электропривода, т. е. хронологически для конца XIX в. начала XX в. Точно так же нет общепризнанного решения вопроса о закономерностях развития техники в период подготовки и осуществления перехода к автоматическим системам машин. Во всяком случае принципы, взятые Марксом для изложения истории техники в период появления и распространения рабочих машин (а именно — выделение ведомых и ведущих звеньев техники), должны быть положены в основу при решении вопроса о внутреннем построении истории развития техники для последующих этапов.

При разработке истории техники большую роль играет правильный выбор хронологических рубежей, правильное определение поворотных моментов в развитии техники. Считать ли рубежами важнейшие социально-экономические события так, как это делается для всемирной истории, или брать даты, связанные с теми или иными открытиями или изобретениями, которые в силу конкретных исторических условий становятся исходными моментами в развитии техники? Нам кажется, что при разработке вопросов истории техники мы должны подходить несколько иначе, чем при разработке вопросов истории естествознания. Если новые этапы в развитии естествознания обычно определяются датами тех или иных важнейших открытий в науке, то в истории техники началом нового этапа следует считать не первую формулировку той или иной идеи, а ее практическое осуществление.

Итак, какие же выводы напрашиваются при рассмотрении проблемы периодизации в целом, какими исходными положениями следовало бы руководствоваться при решении проблемы периодизации?

1. Остается несомненной правильность исходного положения, когда в основу истории человеческого общества кладется производство, способы производства и соответствующие производственные отношения. Поскольку все области истории — история классовой борьбы, политических партий, государства, история отдельных областей культуры, общественных и естественных наук, техники — есть области общественной жизни человека, периодизация соответствующих эпох этой истории должна исходить из истории производства, способов производства и соответствующих производственных отношений. Но это никоим образом не значит, что для всех явлений общественной жизни может быть принята единая периодизация. Если бы это было так, то тогда никакой проблемы вообще бы не существовало. Общественно-историческая периодизация устанавливает лишь общие границы главных, определяющих весь ход истории, процессов социально-экономического развития. Но отдельные стороны развития общества, подчиняясь общему ходу исторического процесса, имеют свои внутренние закономерности и свою специфику. Поэтому периодизацию в каждой области надо строить, исходя из этих внутренних закономерностей и специфики. Чем уже объект исследования, чем локальнее область исследования, тем в большей степени приходится отходить от общественно-исторической периодизации и давать периодизацию, свойственную развитию данной группы явлений.

2. Период не должен, следовательно, привноситься в историю данных явлений, а должен выводиться из особенностей этих явлений. Такой подход к решению вопроса мы видим во всех исторических работах Маркса, Энгельса, Ленина. У классиков марксизма нигде и намека нет на какую-то раз навсегда установленную периодизацию. Везде периодизация выводится из существа рассматриваемых явлений. Периодизация должна отличаться даже внутри отдельной области, если она берет в одном случае развитие области в целом, а в другом лишь часть этой области. Это справедливо и в отношении общественно-исторической периодизации и в отношении периодизации других областей культуры, науки и техники. Например, период победы

и утверждения капитализма в передовых странах от французской революции до Парижской Коммуны может быть принят при изложении мировой истории, но он должен видоизменяться, когда стоит задача изложений, например, истории Германии, где переход к капитализму по-настоящему начинается осуществляться только после революции 1848 г., или России, где капитализм быстро развивается после реформы 60-х годов. Нельзя в рамках одних и тех же периодов рассматривать развитие естествознания в целом и развитие отдельных отраслей естествознания. Нельзя одну и ту же периодизацию применять для всеобщей истории техники и отдельных отраслей техники, тем более для истории развития отдельных машин и механизмов, процессов и т. д.

Несмотря на особенности, которые имеются в проблеме периодизации для различных областей развития человеческого общества, вопросы периодизации, где бы они ни ставились, имеют две стороны: а) установление того особенного, что характеризует данный период в целом, и б) установление конкретных особенностей и границ каждого данного периода на основе его специфики и отличительных черт.

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

ЭПИЗОД ИЗ ТВОРЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕОНАРДА ЭЙЛЕРА

На западном побережье Рижского залива, к северо-западу от Кемери, расположено мелководное озеро Энгуре. В конце 40-х годов XVIII в. вопросы, связанные с регулированием водного режима этого озера, привлекли внимание Леонарда Эйлера.

События, происшедшие на оз. Энгуре, отражены в документе, хранящемся в Латвийском государственном архиве (ф. № 554, д. 250/1547): «Всеверноподданнейшая реляция о происшедшем на последней сессии королевской комиссии по расследованию затопления в Энгуре¹. Документ написан на немецком языке 12-го июня 1750 г. в Митаве (теперь — Елгава, Лاتف. ССР) Иоганном Генрихом Денффер-Янсенем (1700—1770) мелкопоместным курляндским дворянином, теологом по образованию. Денффер-Янсен занимался проблемами мелиорации и составил топографическую карту Курляндского герцогства.

Насколько можно судить по «реляции», «дело о затоплении на оз. Энгуре» заключалось в следующем. Проток, по которому вода из озера стекала в море, перекрывался плотиной с водяным двигателем. В годы, о которых идет речь, производилось переоборудование плотины, что повлекло за собой повышение уровня воды перед запрудой. Это совпало с разливом озера, нанесшим ущерб владельцам угодий, расположенных в его окрестности; пострадавшие предположили, что причиной разлива явилась реконструкция плотины. Возникла тяжба. «Королевская комиссия», о засе-

дании которой говорится в «реляции», была, по-видимому, назначена королем Польши².

Не удалось выяснить, какое отношение к этому делу имел Денффер-Янсен, но из его «реляции» видно, что он не согласился с общим мнением. Он считал, что разлив озера не связан с поднятием уровня воды перед запрудой, и обратился за поддержкой в «знаменитую Берлинскую королевскую Академию наук, в особенности к обоим во всей Европе известным величайшим математикам — к президенту указанной Академии господину де Мопертюи и ее директору Леонарду Эйлеру».

В «реляции» Денффер-Янсена приведена выдержка из полученного им ответа.

«Здесь, — пишет Эйлер, — речь идет о вопросе, требующем глубокого проникновения в самую суть движения жидких тел, что не может быть доступно людям, имеющим лишь обыденное представление о математических науках», и дальше:

«В качестве существенной основы моего исследования, как это становится ясным при его прочтении, я всецело принял то самое положение, в котором Ваше благородие усмотрели фундамент всего изыскания. Я старательно отделил обстоятельства, не имеющие отношения к главному вопросу, но дававшие лишь повод к бесполезным дризмам, чтобы тем самым представить не вызывающие сомнений выводы по возможности более доходчиво».

По-видимому, сам Денффер-Янсен как раз и принадлежал к категории лиц, «имеющих лишь обыденное представление о математических науках». В каком из высказанных им соображений Эйлер увидел «фундамент всего изыскания», Денффер-Янсен толком не разобрался, заключение Эйлера в своей «реляции» приводит не стал, а привел все свои доводы, не утруждая себя вопросом, какие из них являются важными, какие — второстепенными.

Внимание Эйлера могли, конечно, привлечь лишь те из доводов Денффера-Ян-

¹ Alleruntertänigste Relation dessen, so bei der letztern Sesion einer Königl [ichen] Commission in Angern, in Untersuchung der angegebenen Überschwemmung vorgegangen.

² Курляндское герцогство находилось в ленном владении польской короны, и король Польши осуществлял функцию высшей апелляционной инстанции по тяжбам, касавшимся земельных владений.

сена, которые в какой-то мере выражали тот или другой общий принцип. В этом смысле заслуживает внимания следующая фраза Денффера-Янсена. «Если в одном и том же объеме в двух различных случаях наблюдается одинаковая высота уровня протекающей жидкости, то в обоих случаях ее «количественность» в указанном объеме одинакова».

Эйлера мог также заинтересовать примененный Денффером-Янсом метод определения силы течения: посередине протока был установлен вертикальный шест, к верхнему концу которого на достаточно длинном шнуре привязали тяжелое ядро. После того, как ядро было опущено в поток, течение, увлекая ядро, натянуло шнур под

определенным углом к шесту. Этот угол оставался неизменным независимо от того, опускали ли затворы плотины или держали их открытыми до полного выравнивания уровня воды по обе стороны плотины. Отсюда Денффер-Янсен заключил, что в обоих случаях сток воды одинаков в смысле «силы и количественности», следовательно, запруда не могла явиться причиной разлива воды в верхней части озера.

Не удалось выяснить, убедили ли доводы Денффера-Янсена его противников и имела ли переписка между ним и Эйлером продолжение.

П. Рабинович
Рига

Л. ЭЙЛЕР И АНАЛИТИЧЕСКИЙ МЕТОД В МЕХАНИКЕ

Эйлер является родоначальником аналитического метода в теоретической механике. Это неоднократно отмечалось в научной литературе, начиная еще с Лагранжа¹.

Однако интересно на конкретных фактах показать характер аналитического метода Эйлера, сопоставив его с методом изложения теоретической механики Ньютона.

Метод Ньютона принято называть синтетическим. Напомним, что, по терминологии древних, задача называется синтетической, если в ней требуется построить геометрический образ (линию, фигуру и т. п.), удовлетворяющий исходным условиям. Геометрическая задача обратного характера, т. е. такая, в которой по данной фигуре требуется найти соответствующие условия, называется аналитической. Так как задачи второго рода получили особенное развитие только с того времени, когда к геометрии стала применяться алгебра, то постепенно название аналитического было перенесено на метод вычислительный. Таким образом, на современном языке различие между методами Ньютона и Эйлера можно выразить так: Ньютон применял метод геометрических построений, Эйлер — метод вычислений. Нельзя сказать, что Эйлер был первым, кто ввел понятие производной в круг механических проблем. Но в то время как до Эйлера авторы решали единичные задачи и, возможно, даже не отдавали себе отчета в повторном значении своих работ, Эйлер полностью сознавал принципиальную важность своего труда по преобразованию всей системы механики.

Л. Эйлер не сразу освободился от влияния геометрического метода. В первой большой работе по механике² он прое-

тирует векторы механических величин на естественные оси, оставляя, таким образом, составляющие векторов в полной зависимости от природы кривой (траектории). В 1742 г. появилась работа Маклорена³, где в задачах механики были применены прямоугольные декартовы координаты. Только тогда аналитический метод стал полностью самостоятельным.

В чем же заключаются основные преимущества нового способа решения механических задач? В Предисловии к своей «Механике» Эйлер подробно отвечает на этот вопрос.

Из рассуждений Эйлера следует, что важнейшими недостатками синтетического метода, от которых как раз свободен аналитический метод, он считает необходимость размышлять для каждой задачи индивидуальное решение и неспособность геометрического метода отразить подлинную «суть вопроса» (по выражению Эйлера).

Чтобы ощутить трудности, вытекающие из первого недостатка, надо сравнить оба метода на решении одной и той же задачи.

В Предложении XXXI «Началь»⁴ Ньютон рассматривает Задачу XXIII:

«Найти место, занимаемое движущимся по эллиптической траектории телом в данный момент времени».

Решение, предлагаемое Ньютоном, заключается в следующем.

По данному эллипсу AOB строится окружность GEF такая, что $OG : OA = OA : OS$ (рис. 1). Кроме того, строится окружность AQB с диаметром, равным большой оси эллипса. Далее предполагается, что окружность GEF катится без скольжения по прямой GH так, что точка A описывает укороченную циклоиду (траходу) ALI . Если CK есть путь, пропорциональный времени, то точка P , построе-

³ MacLaurin. A complete system of fluxions. Edinb., 1742.

⁴ Ис. Ньютон. Математические начала... Собр. соч. А. Н. Крылова, т. VII. Изд-во АН СССР, 1949, стр. 155.

¹ Ж. Лагранж. Аналитическая механика. М.—Л., 1938, стр. 168.

² L. Euler. Mechanica, sive motus scientia analytice exposita, Petrop. 1736.

ние которой ясно из чертежа, и есть искомая точка на эллипсе.

Доказательство основывается на пропорциональности площадей AQS и APS (S — фокус заданного эллипса). В свою очередь, площадь AQS пропорциональна разности длин дуги AQ и перпендикуляра SR , опущенного на продолжение радиуса QO . И так как $SR : ON = (AQ - SR) : (GF - QN)$, то площадь APS оказывается пропорциональной $(GF - QN)$, т. е. абсциссе GK или, окончательно, времени.

Решение имеет ярко выраженный индивидуальный характер. Для любой кривой, кроме эллипса, поиски решения надо начинать заново. Правда, Ньютон тут же

разлагает приложенную к точке силу на составляющие $\bar{P}$ и $\bar{Q}$, параллельные координатным осям, и составляет дифференциальные уравнения движения:

$$d^2x = \frac{P}{m} dt^2$$

и

$$d^2y = \frac{Q}{m} dt^2.$$

На этом, в сущности, заканчивается механическая задача, и дальнейшее исследование представляет собой уже задачу чисто математическую.

Далее Эйлер без труда извлекает из

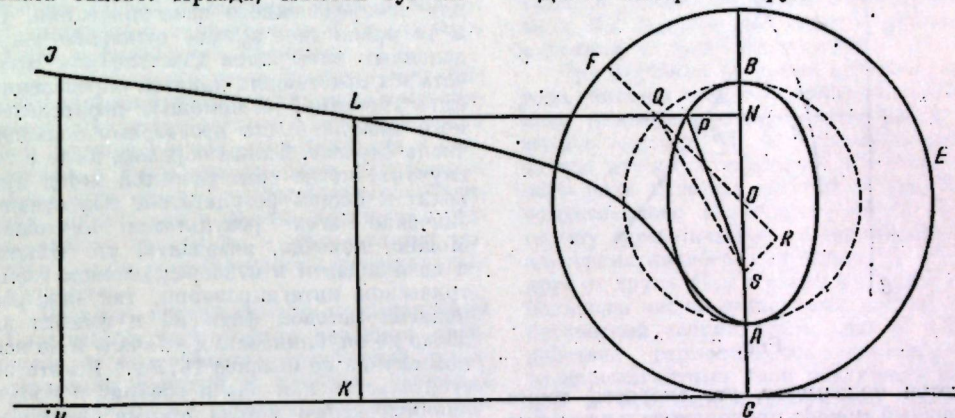


Рис. 1

дает приближенный способ решения той же задачи, пригодный для обширного класса кривых, но нас интересует не задача сама по себе, а свойства геометрического способа.

Посмотрим теперь, как ставит и решает ту же задачу Эйлер⁵. В главе V «Теории твердых тел» имеется Задача 13:

«205. Силы действуют на тельце таким образом, что движение последнего происходит в одной и той же плоскости. Определить пройденный тельцем путь, положение тельца в любой момент времени и скорость его движения».

Второй из поставленных вопросов совпадает буквально с вопросом задачи Ньютона, но задача ставится Эйлером в более общем виде. На форму траектории точки не накладывается никаких ограничений.

Решение Эйлера просто и имеет совершенно общий характер. Задаваясь произвольной (декартовой) системой координат, он вводит в рассмотрение дифференциал дуги траектории:

$$ds = \sqrt{dx^2 + dy^2},$$

полученных зависимостей ряд следствий, среди которых имеются столь замечательные, как уравнение живых сил в дифференциальной форме:

$$m dv = P dx + Q dy.$$

На примере разобранной задачи чрезвычайно ясно проявляется преимущество математического анализа, примененного к механическим задачам.

Чтобы составить непредвзятое мнение о сравнительных достоинствах обоих методов, необходимо принять во внимание, что для ряда задач Ньютон дает и решения общего характера. Так, например, в Предложении XXXIX рассмотрена Задача XXVII:

«Предполагая центростремительную силу какою угодно и допуская квадратуру кривых, требуется определить как скорость движущегося прямо к центру или от центра тела в любой точке, так и время, в течение которого оно приходит в какое-нибудь место и обратно».

В этой задаче ограничение касается лишь характера сил (центростремительной), но не формы ее зависимости от времени, расстояния и т. д. На геометрические построения наложено лишь условие существования квадратур кривых. В данном случае мы имеем дело, действительно, с достаточно общей постановкой задачи.

⁵ Л. Эйлер. Основы динамики точки. М.—Л., ОНТИ, 1938, стр. 427.

Квадратуры, которые будут нас интересовать, относятся к кривым, представленным на рис. 2. Здесь AC — траектория точки, занимающей в момент времени t положение E на прямой. Перпендикуляр EC — пропорционален величине центростремительной силы, а отрезок EM — обратно пропорционален скорости точки в тот же момент. Кривая, проходящая через точку M , имеет своей асимптотой прямую ABT .

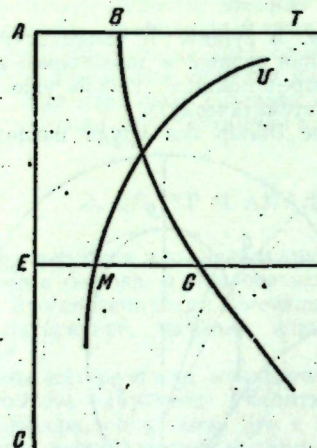


Рис. 2

Ньютон показывает, что скорость точки в каждый момент пропорциональна корню квадратному из площади, ограниченной кривой $ABCE$, а время, в течение которого точка проходит путь AE , пропорционально площади $ABTVME$. Таким образом, задача сведена к квадратурам, что, конечно, является вполне общим результатом. Однако доказательство этого общего результата само по себе чисто индивидуально. Прийти к нему дедуктивным путем из синтетических доказательств предыдущих Предложений невозможно. Задача XXVII, как и рассмотренный перед этим пример Предложения XXXI, требует изобретения нового доказательства.

Та же задача решается Эйлером в Предложении 32 «Механики»⁶.

«264. Центр сил притягивает к себе тела с силой, пропорциональной какой-нибудь степени расстояния. Тело, находящееся в покое в A , под действием этой силы приходит в движение. Найти скорость тела в любой точке пути AC »⁷.

⁶ Л. Эйлер. Основы динамики... стр. 184.

⁷ Частный вид функции $F(x)$, конечно, не имеет сам по себе никакого значения. Более того, сама постановка задачи без труда может быть обобщена, что и сделано, например в задаче 15 в «Теории движения твердых тел» («Основы динамики...», стр. 442).

Решение Эйлера: если точка прошла путь x , а расстояние $AC=a$, то сила пропорциональна величине $(a-x)^n$, с другой стороны, как показано ранее,

$$d(v^2) = AF(x) dx,$$

где A — коэффициент пропорциональности, $F(x)$ — сила, поэтому $d(v^2) = A(a-x)^n dx$

$$\text{или } v^2 = \int A(a-x)^n dx.$$

Как и у Ньютона, задача приведена к квадратуре и, с формальной стороны, достигнута равноценные результаты. Однако в оперативном отношении — разница решающая. Конечно, не существует общего способа ни для квадратур кривых⁸, ни для неопределенного интегрирования. Но в то время как прямое отыскание определенных интегралов известно для трех-четырех простейших кривых, определенное интегрирование с помощью неопределенного возможно для необозримо большого числа случаев. Таким образом, даже в тех случаях, когда синтетический метод приводит к общим результатам, эффективное значение этих результатов ничтожно. Можно, конечно, возразить, что Ньютон и не нуждался в непосредственном геометрическом интегрировании, так как предполагал методом флюксий и флюэнт задолго до опубликования «Начал» и во всяком случае не позднее 1672 г.⁹ Но это обстоятельство как раз и говорит в пользу аналитического метода против синтетического геометрического. Интересно привести мнение Лапласа об этом последнем методе. Он считал, что ход рассуждений Ньютона часто бывает настолько искусственным, что отыскание принципов этим путем не вероятно.

Мы постарались на примерах показать значение отмеченного Эйлером факта, что малейшее изменение задачи требует нового синтетического решения. Из этого факта вытекает важное следствие. Если каждый тип задач по самому существованию синтетического метода имеет индивидуальное решение, то, следовательно, с помощью синтетических решений нельзя построить единого метода для механики. Но так как мы знаем, что в действительности такой метод существует (в виде общего уравнения динамики или эквивалентных ему вариационных уравнений), то приходим к следующему существенному теоретико-познавательному заключению: синтетический геометрический метод не является математическим аппаратом, адекватным механическим процессам.

Л. Эйлер не просто ввел в механику более эффективный вычислительный метод; он привлек такой математический аппарат, который является адекватным

⁸ Под этим нужно понимать непосредственное отыскание пределов интегральных сумм.

⁹ «Начала»... стр. 334.

изучаемому кругу явлений; с помощью этого аппарата он много сделал сам и открыл путь для дальнейшего продвижения к созданию единого метода механики. Недаром так высоко ценил Эйлера Лаплас.

«Читайте Эйлера, читайте, — говорил он. — Эйлер — наш общий учитель».

Л. С. Фрейман
Воронеж

Л. БОЛЬЦМАН И ГИПОТЕЗА КВАНТОВ ЭНЕРГИИ М. ПЛАНКА

Статистические представления в физике XIX в. проложили дорогу квантовой теории. Истоки этой теории уходят к тем первым, еще робким и неосознанным попыткам выявить закономерности совокупного, совместного движения большого числа одинаковых частиц, которые были сделаны в середине XIX в. в кинетической теории газов, явившейся первым шагом к выявлению статистической закономерности в физических процессах.

Квантовая теория в значительной степени опирается на статистические представления. Но потребовалось более пятидесяти лет, прежде чем эти представления и связанные с ними методы были распространены и на процесс взаимодействия объектов, прежде чем в физике возникли представления не только о дискретности материи, но и о дискретности материальных процессов.

Развитие статистических представлений Больцманом подготовило создание квантовой теории. Именно применение статистических понятий и методов, развитых Больцманом для объяснения закономерностей теплового излучения, привело, в конечном счете, к квантам энергии.

Вероятностные понятия, введенные в теорию электромагнитных явлений, прежде всего в теорию электромагнитного излучения, были чужды электродинамике. Они были введены в теорию электромагнитного излучения при распространении термодинамических методов на тепловое излучение.

Термодинамические величины, характеризующие тепловое излучение, с точки зрения электродинамики, всегда представляются собой только лишь некоторые средние значения. Поэтому в области теплового излучения термодинамические методы могли быть применимы лишь отчасти — там, где можно было отвлечься от разбора самого механизма излучения, а опираться только на понятие плотности энергии излучения. Но уже для объяснения процессов испускания и поглощения излучения чисто термодинамический подход не мог быть осуществлен полностью.

При рассмотрении процесса электромагнитного излучения с позиций электродинамики получается бесконечно много возможных решений задачи, поскольку практически нельзя знать всех составляющих поля в каждой точке как функции времени. Если же рассматривать тепловое излучение как термодинамический процесс, то его течение во времени полностью определяется заданием начальных условий.

Возникло положение, аналогичное тому, какое было в теории тепловых явлений и, в частности, в механическом аспекте кинетической теории газов. Для понимания процессов, исследуемых термодинамическими методами при помощи механических и электродинамических представлений, необходимо ввести дополняющие начальные условия гипотезы, которые позволили бы однозначно решить уравнения механики и электродинамики.

При изучении тепловых явлений такого рода гипотеза вводится в виде так называемого молекулярно-неупорядоченного движения частиц. В электродинамическом методе изучения теплового излучения такого рода гипотеза состоит в допущении «естественного излучения», согласно которому гармонические составляющие волн электромагнитного излучения не зависят друг от друга. Как и взаимодействие очень большого числа одинаковых частиц в кинетической теории газов, так и взаимодействие гармонических составляющих электромагнитных волн различных периодов в изотропном излучении являются предпосылкой для гипотезы «элементарного беспорядка».

Распространение статистических понятий и методов на проблему электромагнитного излучения привело к возникновению квантовой теории, начало которой было положено гипотезой о квантах энергии, выдвинутой Планком в 1900 г. для объяснения экспериментального закона распределения энергии в спектре излучения так называемого черного тела. К гипотезе квантов энергии Планк пришел после ряда исследований, в которых он пытался при помощи термодинамических методов объяснить закономерности теплового излучения. Работы Планка являлись продолжением попыток объединения термодинамики и электродинамики, которые были сделаны Больцманом и Вином еще в 80-е годы.

Но если закон Вина был выведен на основе классических позиций, то для более точного закона излучения Планка это оказалось уже невозможным. Вначале, еще до введения квантовой гипотезы, Планк пытался найти решение путем допущения необратимого воздействия излучателя на поле излучения, т. е. путем распространения второго начала термодинамики на процесс излучения¹.

Эти работы Планка Больцман встретил

¹ «Sitzungsber. d. Berl. Akad.», 1895 S. 289; 1896, S. 151; 1897, S. 57; 715, 1122

с большим интересом. Однако он не мог согласиться с концепцией Планка.

Анализу попыток Планка посвящены две статьи Больцмана: «О необратимых процессах излучения» (1897) и «О якобы необратимых процессах излучения» (1898)².

Об этих работах Больцмана Планк писал: «Установление мною возможности одностороннего, т. е. необратимого воздействия резонатора на энергию окружающего поля излучения называло энергичное возражение Людвиг Больцмана, более прелестная опытность которого в этом вопросе привела к доказательству, что по законам классической динамики каждый рассматриваемый мною процесс может точно так же протекать в противоположном направлении»³.

Планк так говорит об отношении Больцмана к его работе: «Особенно ему досаждало то, что я относился к атомистической теории, которая составляла основу всей его научной работы, не только безразлично, но даже несколько противостоя ей»⁴.

Но сама идея Планка — использование большого количества очень малых резонаторов, излучающих электромагнитные волны, — была близка атомистическим взглядам Больцмана. Поэтому если Планк, бессознательно опираясь на атомистические представления, но сразу пришел к выводу, что для объяснения процессов излучения необходимо применение статистических методов, то Больцману эта необходимость была ясна с самого начала, гораздо ранее самого Планка.

Используя механические аналогии, Больцман показывает (1897), как явление электромагнитного излучения может быть объяснено при помощи атомистических представлений. Вместо резонаторов Планка Больцман вводил фиксированные частицы («шарики относительно большого размера»), вместо электромагнитного излучения — гораздо более мелкие частицы («очень маленькие шарики»). Движение последних вследствие соударения с фиксированными частицами очень скоро становилось неупорядоченным, что давало возможность применить статистические представления и обеспечивало выполнение второго начала термодинамики.

Больцман отмечал огромное познавательное значение механических моделей: «То, что механические образы будут нам еще нужны в будущем, не может быть доказано с математической достоверностью из той большой пользы, которую они уже принесли. Но создание картины диссипативных явлений с помощью электромагнитных волн может происходить лишь на

основе старой гипотезы, что начальное состояние упорядочено определенным образом»⁵. Атомистические образы, писал Больцман, не только представляют полностью диссипативные явления, но и «являются прямым указанием к новым рассуждениям и экспериментам»⁶.

Больцман показывает, что процесс излучения происходит обратимо, т. е. в полости, ограниченной зеркально-отражающими стенками, в которой находится излучающий резонатор, процессы излучения электромагнитных волн и их обратного поглощения резонаторами одинаково вероятны. Это позволяет применить к процессу излучения статистические методы и связать рассеяние энергии со вторым началом термодинамики.

Больцман пишет, что «точно так же, как и в теории газов, можно определить для излучения вероятнейшее состояние... при котором волны не упорядочены, а разнообразнейшим образом взаимодействуют между собой»⁷.

Если Планк исходил из односторонности процесса излучения, то у Больцмана возникает идея связи процессов излучения и поглощения, идеи связи излучающего тела и поля излучения. Эта идея оказалась необычайно плодотворной. Именно она привела к представлению о квантовании энергии излучения.

Неисключительно важным для создания квантовой теории явилось указание Больцмана на возможность «получить объяснение процессов излучения при помощи прерывного (дискретного) «механизма». Еще в 1898 г. Больцман писал:

«Представим себе, что вначале резонатор находится в состоянии колебания, а окружающая его среда (представляемая неограниченной) находится в состоянии покоя без электрической и магнитной поляризации. Тогда, после того как резонатор испустил электрические волны, он вскоре приходит в состояние покоя. Но так как на него действуют возбужденные им электрические силы, то процесс начинается снова. Теперь уже волны падают на резонатор и приводят его в колебание. Следовательно, если при прямом процессе электрические силы исчезают, то при обратном процессе они появляются вновь»⁸.

В своей знаменитой работе Планк, используя методы Больцмана, пришел к необходимости выдвинуть предположение о квантах энергии. Он отмечал огромное значение идей Больцмана для создания квантовой гипотезы.

Планк писал, что попытка понять действительный смысл экспериментальных на-

конов излучения «естественно привела меня к рассмотрению связи между вероятной и вероятностью, т. е. к Больцмановскому ходу мысли; после нескольких недель напряженнейшей в моей жизни работы мрак рассеялся и наметилась новая непредрешенная ранее перспектива»⁹.

Больцман внимательно следил за деятельностью молодого Планка и точно же оценил значение его новых работ. «То, что Людвиг Больцман в письме, которым он ответил на присылку моей статьи, выказал свой интерес и принципиальное согласие с набранным мною ходом мыслей, даю мне особенно ценное удовлетворение после некоторого пережитого разочарования», — отметил впоследствии Планк¹⁰.

Еще в 1872 г., т. е. за 28 лет до появления работ Планка, Больцман в работе «Дальнейшее исследование состояния тепловое равновесие между молекулами газа»¹¹ использовал представление о дискретности энергии в процессе обмена при статистическом выводе второго начала тер-

⁹ M. Planck. Wege zur physikalischen Erkenntnis. Stuttgart, 1944, S. 102.

¹⁰ Там же, стр. 103.

¹¹ L. Boltzmann. Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. I. Leipzig, 1909, S. 316.

К ВОПРОСУ О РАЗВИТИИ МЕХАНИЧЕСКОГО СПОСОБА РЕШЕНИЯ АЛГЕБРАИЧЕСКИХ УРАВНЕНИЙ

Механические способы решения алгебраических уравнений представляют значительный научный интерес. Кинематический механизм для отыскания действительных корней уравнений n -ой степени был предложен еще в 1873—1877 гг. А. Кемпе и В. П. Лигнином.

Историю развития машин для решения алгебраических уравнений посвятил свой обзор математик Фрейд¹.

Рубинов в краткой заметке², начатой в 1954 г., отметил, что от внимания Фрейда ускользнули механизм для решения уравнений n -ой степени Фриленда, а также некоторые другие механизмы, в частности предназначенные для решения квадратных уравнений. В 1880 г. Фриленд опубликовал сведения о своем механизме³, в основе которого лежит механическое по-

механизма, где он естественно пришел к «атомизму» энергии при объяснении процессов взаимодействия молекул газа. Это представление о конечных порциях энергии, которыми могут обмениваться молекулы при столкновениях, привело Больцмана к подсчету числа столкновений методами комбинаторики. Но представление о дискретности энергии было чудом общим концепциям в физике того времени, и Больцман рассматривал его как искусственный математический прием. Поэтому в окончательном результате Больцман переходит от сумм к интегралам, т. е. снова к непрерывным представлениям. Этот пример показывает огромную эвристическую силу атомистических представлений, приводящих подчас в теории к результатам, значение которых могло быть оценено только позднее.

Таким образом, работы Больцмана по теории процесса теплового излучения исторически непосредственно предшествовали великому открытию Планка и явились отирающим пунктом для этого открытия. Статистические представления Больцмана в истории физики являются одним из истоков квантовой теории, выступая как ее предтея.

В. Г. Бакшев

лучение последовательных степеней полинома с помощью довольно сложной системы рычагов, описанное им в другой работе⁴.

Поскольку в обзоре Фрейма неправильно оценено развитие способа механического решения алгебраических уравнений любой степени, данного Кемпе, то, в связи с заметкой Рубинова, складывается несоответствующая действительности картина и вопросы о времени создания кинематического механизма для решения алгебраических уравнений любой степени. Если основываться на работах Фрейма и Рубинова, механизм этот был создан, когда вышла работа Фриленда (1880 г.). В действительности же указанный механизм раньше Фриленда была известностью решения Кемпе и Лигнина в работах, относящихся к 1873—1877 гг.^{5, 6, 7}.

¹ F. Freeland. Linkages for solving algebraic equations. «Mathematical Tables and other Aids to Computations», 1945, vol. I, N 9, p. 337—353.

² A. B. Kempe. On the solution of equations by mechanical means. «The Messenger of Mathematics», 1873, vol. II, p. 51—52.

³ A. B. Kempe. On some new linkages. «The Messenger of Mathematics», 1875, vol. IV, p. 121—124.

⁴ В. П. Лигнин. Заметка о способе Кемпе для механического решения уравнений. «Дан. Новорос. ун-та», т. XXII, Одесса, 1877, часть ученая, стр. 149—150.

² Там же, 1897, стр. 660, 1010; см. также L. Boltzmann. «Wissenschaftliche Erkenntnis», Bd. III. Leipzig, 1909.

³ M. Planck. Wege zur physikalischen Erkenntnis. Stuttgart, 1944, S. 103.

⁴ M. Planck. Erläuterungen. Stuttgart, 1948, S. 74.

⁵ L. Boltzmann. «Wissenschaftliche Erkenntnis», Bd. III. Leipzig, 1909, S. 610—617.

⁶ Там же, стр. 617.

⁷ Там же, стр. 621.

⁸ Там же, стр. 628.

¹ J. S. Frame. Machines for solving algebraic equations. «Mathematical Tables and other Aids to Computations», 1945, vol. I, N 9, p. 337—353.

² Mr. Rubini. Historical note on root-finding machine. «Mathematical Tables and other Aids to Computations», 1954, vol. VIII, N 40, p. 123.

³ F. Freeland. A machine for the solution of the equation of the n -th degree. «Engineers Club of Philadelphia. Proc.», 1880, vol. 2, Febr. 23 (ссылка по заметке Рубинова).

Способ Кемпе механического определения вещественных корней уравнения n -ой степени, предложенный в 1873 г., основан на преобразовании уравнения $a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_nx^n = 0$ с помощью подстановки $x = c \cos \theta$ (где c — верхняя граница абсолютных величин корней исходного уравнения) и последующей замены степеней косинусов косинусами кратных дуг к виду $c_0 + c_1 \cos \theta + c_2 \cos 2\theta + \dots + c_n \cos n\theta = 0$. Левая часть полученного

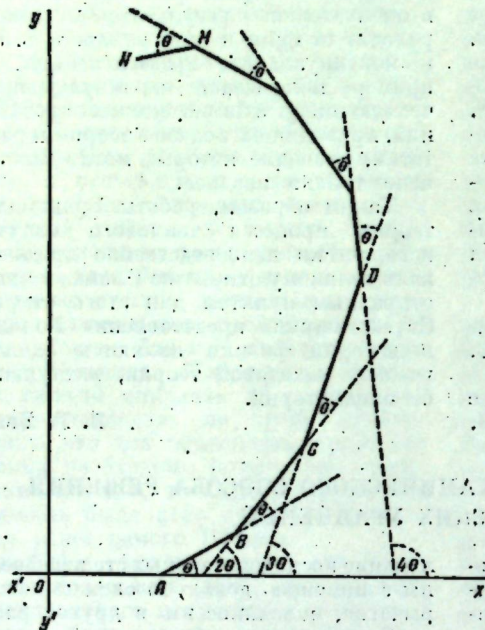


Рис. 1

уравнения может быть представлена с помощью ломаной $OABCD \dots MN$, относительное расположение звеньев которой определяется одним и тем же углом θ , а длины звеньев, начиная с OA по порядку, равны соответствующим коэффициентам c_k ($k = 0, 1, 2, \dots, n$). Если все эти коэффициенты положительны, то ломаная имеет вид, представленный на рис. 1⁸. Для отрицательных коэффициентов преобразованного уравнения соответствующие звенья ломаной должны быть отложены в сторону, противоположную указанной на рис. 1. Значение угла θ , при котором конец ломаной N попадает на ось ординат, очевидно, определяет вещественный корень исходного уравнения, вычисляемый по формуле $x = c \cos \theta$. Изменяя θ от 0 до π , можно полу-

⁸ Рис. 1, 2, 3 взяты из выкладки листа к упомянутой выше работе Лигина. При этом рис. 1 полностью соответствует рис. 3 к работе Кемпе «On the solution of equations by mechanical means». Рис. 2 соответствует рис. 31 к работе Кемпе «On some new linkages».

чить все вещественные корни исходного уравнения.

Кинематическую схему для практического осуществления указанного механического способа нахождения вещественных корней алгебраических уравнений Кемпе дал в работе «О некоторых новых сочленениях звеньев»⁹. Как показано на рис. 2¹⁰, основным элементом этой кинематической схемы является четырехзвеной шарнирная равнобочная трапеция — трапеция

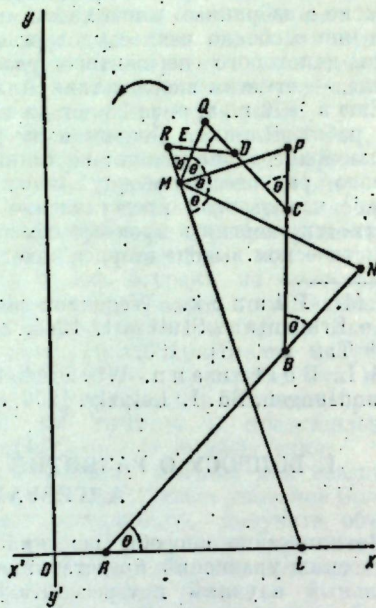


Рис. 2

Гарта, звеньями которой являются диагонали и боковые стороны трапеции. Роль ломаной $OABCD \dots MN$ (рис. 1) здесь играет ломаная $OABCDE$, причем трапеции $ANML$, $BPMN$ и следующие за ними строятся подобными друг другу. Механизм Кемпе легко решает задачу механического деления данного угла на равные части. Однако с его помощью можно найти вещественные корни уравнения n -ой степени не при произвольных вещественных коэффициентах уравнения, как думал Кемпе, а только в том случае, когда каждый коэф-

⁹ Работа Кемпе «On some new linkages», как и работа Лигина «Заметка о способе Кемпе для механического решения уравнений», не получили освещения в обзоре Фрейма.

¹⁰ На рис. 2 Лигин изобразил для простоты схему для случая уравнения четвертой степени. У Кемпе в работе «On some new linkages» схема содержит две трапеции Гарта. При этом подразумевается, что в случае уравнения n -ой степени механизм содержит n трапеций Гарта.

фициент преобразованного уравнения, начиная с c_2 , является средним пропорциональным двух соседних с ним коэффициентов. Это показал в 1877 г. профессор Новороссийского (ныне Одесского) университета В. Н. Лигин (1846—1900) в работе «Заметка о способе Кемпе для механического решения уравнений». В этой же работе Лигин дает видоизмененное механизма Кемпе с целью сделать его применимым для уравнений с любыми вещественными коэффициентами. Схема видоизмененного механизма приведена на рис. 3. Он также состоит из подобных трапеций Гарта, но трапеции при этом строятся так, чтобы звенья AB , BC , CD , DE были соответственно пропорциональны коэффициентам преобразованного уравнения c_1, c_2, c_3, c_4 , а не равны им, как в механизме Кемпе. Механизм Кемпе—Лигина, таким образом, полностью решает задачу механического определения вещественных корней алгебраического уравнения n -ой степени с любыми вещественными коэффициентами.¹¹

Фрейм же в своем обзоре после описания принципиальной стороны способа Кемпе на основе работы последнего «On the solution of equations by mechanical means» (стр. 340) указывает: «Хотя Кемпе не сделал попытки описать механический способ получения предложенного им равноугольного сочленения звеньев, такая попытка была предпринята позже Блексли. В 1907 г. он опубликовал статью, озаглавленную «Logarithmic lazytongs and latticeworks»¹² и затем в 1912 г. применил положения статьи для изобретения механической конструкции, осуществляющей равноугольное сочленение звеньев по Кемпе¹³. Однако конструкция, которую он дал, была ошибочной и не представляла в действительности, за исключением специальных случаев, соответствующего сочленения звеньев.

Ошибка Блексли заключалась в утверждении, что отношения отрезков OA , AB , BC , ... (рис. 1)¹⁴ и т. д. остаются постоянными. Если бы это было верно, мы имели бы в самом деле механизм для применения теории Кемпе. Но в действительности в общем случае остаются постоянными отношения только соседних отрезков, а все отношения ведут себя так, как требуется по замыслу в тех специальных

¹¹ Конструктивно он намного проще механизма Фрейма, который, однако, в отличие от механизма Лигина, не требует предварительного преобразования уравнения к тригонометрическому виду.
¹² T. H. B l a k e s l e y. Logarithmic lazytongs and latticeworks. «Phil. Mag.», S. 6, 1907, vol. 14, p. 377—381 (ссылка Фрейма).

¹³ T. H. B l a k e s l e y. A kinematic method of finding the roots of a rational integral equation. . . «Phil. Mag.», S. 6, 1912, vol. 23, p. 892—900 (ссылка Фрейма).
¹⁴ У Фрейма $OP_0, P_0P_1, P_1P_2, \dots$

случаях, когда следующие один за другим отрезки образуют геометрическую прогрессию. Механизм Блексли несостоятелен как исправно действующее устройство для решения алгебраических уравнений.

Тем не менее, возможно, представляет интерес измененный метод Блексли преобразования заданного уравнения $f(x) = 0$ в ряд Фурье. Это он делает, полагая $x = \tan \Phi$ и вычисляя ряд Фурье для тригонометрического многочлена $\cos^n \Phi / (\tan \Phi)$. Отдельные сочленения представляют члены

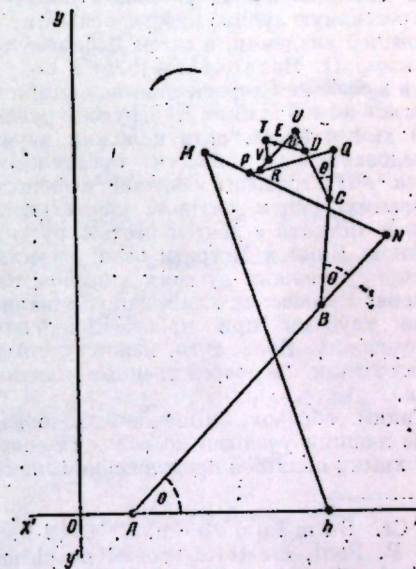


Рис. 3

ряда с косинусами и синусами, а их концы прикреплены под прямым углом друг к другу, чтобы составить одну кинематическую систему звеньев.

Приведенный отрывок из обзора Фрейма говорит сам за себя. Не учитывая работ английского ученого Кемпе¹⁵ и русского ученого Лигина¹⁶, Фрейм в искаженном виде представляет развитие метода Кемпе, из чего напрашивается вывод о несостоятельности этого метода, в то время как указанные работы Кемпе и Лигина полностью решили вопрос о механическом решении алгебраических уравнений по методу Кемпе. С другой стороны, отрывок показывает, что незнание Блексли работ Кемпе и Лигина привело его много лет спустя к более сложному решению того же вопроса.

С. Н. Киро
Одесса

¹⁵ A. B. K e m p e. On some new linkages. «The Messenger of Mathematics», 1875, vol. IV, p. 121—124.

¹⁶ В. Н. Л и г и н. Указ. соч., стр. 149—156.

О НАУЧНЫХ СВЯЗЯХ РУССКИХ И РУМЫНСКИХ ХИМИКОВ

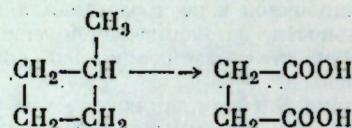
Освобождение Румынии от фашистских оккупантов 23 августа 1944 г. оказало решающее влияние на развитие отечественной науки, и в частности химии и химической промышленности. Большим успехам в этой области способствовало использование опыта химической науки и химической промышленности в СССР, а также дальнейшее развитие лучших отечественных научных традиций.

В одной из наших работ мы показали прогрессивную роль профессора Михайляноу-Ясского, а затем Ясского университета П. Пони (1841—1925) и его заслуги в создании первой румынской школы неорганической химии¹. Другой румынский химик К. Истрати положил начало исследованиям в области органической химии². Настоящее сообщение посвящено раскрытию связи научной деятельности Пони и Истрати с деятельностью русских химиков. Пони и Истрати были известны труды крупнейших русских химиков того времени. Румынские химики пользовались этими трудами при проведении своих исследований. Более того, между учеными существовали непосредственные личные связи.

Таким образом, нынешнее использование нашими учеными достижений советской химии является продолжением много-

летних связей между создателями наших химических школ и русскими химиками.

Работой о составе румынской нефти, опубликованной Пони в 1900 г., начинаются в Румынии исследования в области химии нефти. Пони использовал труды В. В. Марковникова и М. И. Коновалова. Известно, что в 1880 г. Марковников провел исследование состава кавказской нефти. Эти исследования, имея большое промышленное значение, явились также ценным вкладом в развитие химии циклических насыщенных углеводородов, которые были названы им «нафтенами». Известно также, что Коновалову, ученику Марковникова, впервые удалось (1893) нитровать насыщенные углеводороды, нагревая их вместе с азотной кислотой в закрытых сосудах. Таким образом, работами Коновалова открывается новый раздел органической химии — раздел нитропроизводных ациклического насыщенного ряда³. Пользуясь работами упомянутых ученых, Пони первым в нашей стране и одним из первых в мире стал заниматься исследованием насыщенных циклических углеводородов нефти и нитрованием парафиновых углеводородов. В нефти из Калибаш он обнаружил метилтетраметил-, пентаметил-, метилпентаметил-, гексаметил-, диметилпентаметил-, метилгексаметил-, этилгексаметил- и занимался изучением этих углеводородов. Для распознавания метилтетраметилена он пользовался реакцией между азотной кислотой и исследуемой фракцией; он получил при этом янтарную кислоту, образование которой относил за счет метилтетраметилена:



Аналогичным способом Пони проверил наличие в нефти метилпентаметилена и гексаметилена. Он употреблял такие наименования этих углеводородов, какие им дал Марковников.

Продолжая исследования в том же направлении, Пони изучал действие дымящей азотной кислоты на «вторичный пентан», а также действие азотной кислоты различной концентрации на изопентан под давлением. Указывая на коноваловский метод нитрования парафиновых углеводородов в жидкой фазе, он писал: «М. И. Коновалов показал впервые, что при нагревании нормального гексана или даже нормального

³ I. S. Ioffe. Chimie organica, traducere din limba rusă. Ed. «Tehnica», 1951, p. 29—31, 208; E. Angheliescu. Influenta scolii din Cazan asupra industriei chimice. «An. Rom. Sov. Chim.», 1953, vol. 3, p. 125.

Maitre et honore Compatriote

Ayant été absent de Jassy je n'ai
pu vous écrire du 10 octobre que
je me suis mis à me relever dans votre
ville le 10 octobre

Je suis très bien obligé de vous
remercier de ma plus profonde reconnaissance
pour les nouvelles de la Société Impériale
des Naturalistes de Moscou par l'inter-
médiaire de vos amis qui m'ont fait en ma absence
ce bien de me faire effectuer de votre
part la Société.

Je vous prie, Maitre et Compatriote
de me faire parvenir vos nouvelles
et de me faire savoir si vous
avez des nouvelles.

Факсимиле письма Московского общества испытателей природы

октана азотной кислотой удельного веса 1,075 при температуре 130—140° С получают производные этих углеводородов — вторичные мононитраты»⁴.

Позже М. И. Коновалов изучил действие азотной кислоты удельного веса 1,075 на метановые разветвленные углеводороды. «Мы, — сообщал Пони, — пользовались сначала кислотой, которой пользовался М. И. Коновалов в своих опытах непосредственного нитрования насыщенных

углеводородов»⁵. При этих условиях, действуя на изопентан, П. Пони получает небольшие количества 2-нитро-2-метилбутана и доказывает, что окисление произошло в весьма незначительной мере. Затем он пользуется азотной кислотой повышенной концентрации (уд. вес = 1,38—1,42) и указывает, что при действии этой кислоты получают нитропроизводные и продукты окисления, а именно: 2-нитро-

⁵ P. Poni, N. Costăchescu. Action de l'acide azotique de différentes concentrations sous pression, sur l'isopentane. Asociația rom. pt. rasp. stiintei. Buc., 1903, стр. 147.

⁴ P. Poni. Note sur l'action de l'acide azotique fumant sur le pentane secondaire. «Ann. sci. de l'Univ. de Iassy», 1902, vol. 1, N 11.

Société Impériale

NATURALISTES

MOSCOU

N° 873/1090

Moscou le Oct. 10 1910

Messieurs et honoré Confrère

J'ai l'honneur de Vous faire savoir,
que les membres de la Société Impériale
des Naturalistes de Moscou, désireux
de reconnaître les services rendus par
Vous à la Science, Vous ont décerné
le titre de:

Membre effectif.

En Vous priant, Monsieur et honoré
Confrère, de nous accorder votre sym-
patie ainsi, je Vous présente l'assurance
de ma considération la plus distinguée

à M^{le} Prof. P. Poni
Jassy

Alexandre W Pavlow

Le Secrétaire

Votre diplôme Vous est déjà envoyé

Société Impériale des Sciences Naturelles, d'Anthropologie et Ethnographie à Moscou.

Section Chimique.

Nous avons l'honneur de Vous inviter à la séance publique, qui aura lieu le 21 Février
à 3 heures, des sections réunies de Physique, Chimie et Botanique au Musée Poly-
technique à Moscou.

Cette séance a pour but de rendre hommage à l'activité scientifique du Professeur
Wladimir Markownikoff, qui embrasse actuellement une période de quarante années.

Les Professeurs Timinaseff, Sokoloff, Wernadsky et Kabloukoff prendront la parole.

La séance sera terminée par la lecture des adresses de félicitation transmises person-
nellement par des délégations ou envoyées par diverses institutions et sociétés savantes
et savants isolés.

A 7 heures du soir du même jour aura lieu, au Restaurant de l'Ermitage, un dîner
par souscription en honneur du Professeur Markownikoff.

Vice-Président de la Section Chimique M. Kijner.

Secrétaire H. Koursanoff.

Adresse p. tel. et lettres: Moscou, Musée Polytechnique, Section Chimique

On prie de faire les envois, autant que possible, 8 jours avant la date fixée pour la séance.

Факсимиле письма Московского общества любителей естествознания К. Истрати

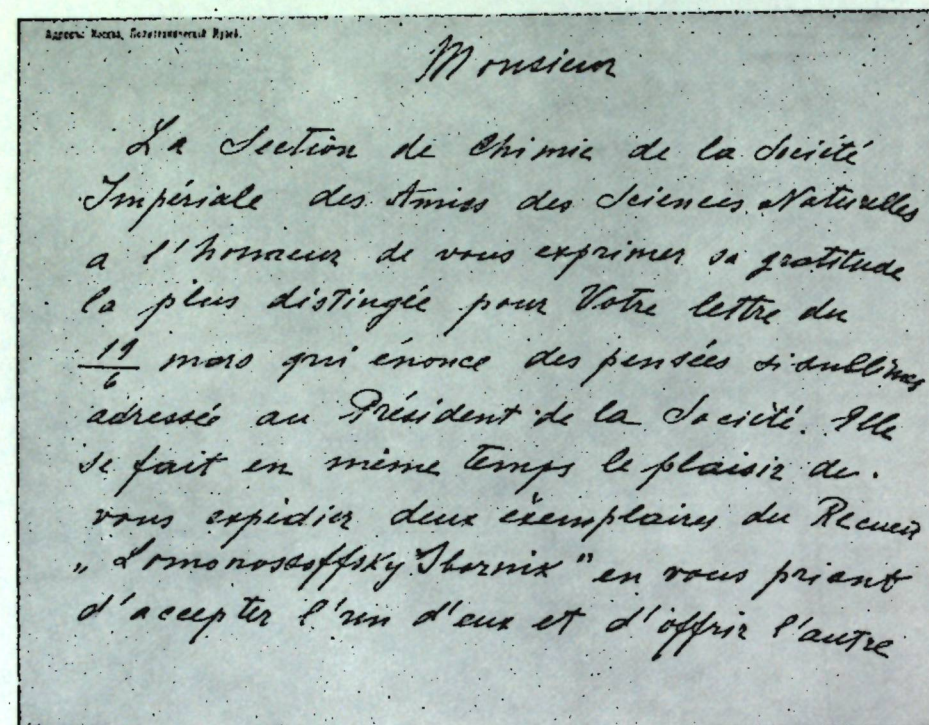
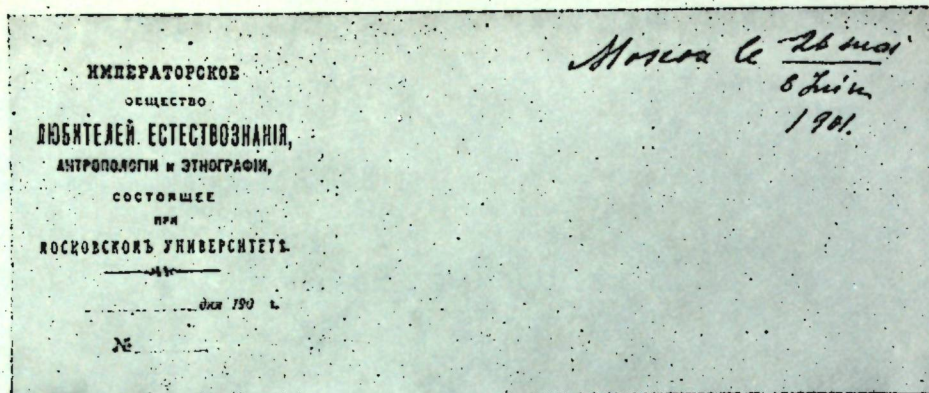
Факсимиле письма П. Пони Московскому обществу испытателей природы

2-метилбутан, 2—3-динитро-2-метилбу-
тан и 1, 2, 3-тринитро-3-метилбутан, а так-
же оксизомасляная кислота, янтарная
кислота и угольный ангидрид.

Одновременно Пони указывал, что ско-
рость нитрования увеличивается с повыше-
нием концентрации кислоты, а выход
увеличивается с уменьшением количества
используемой кислоты.

Нитрование парафиновых углеводоро-
дов, которое впоследствии изучали С. С. На-
меткин, П. П. Шорыгин, А. М. Соколова,
А. В. Тончиев и другие, и в настоящее
время имеет большое значение для хими-
ческой промышленности.

Пони является пропагандистом в Ру-
мынии результатов исследований русских
химиков. В его работах упоминаются имена
Бутлерова, Бейльштейна, Курбатова, Ог-
лоблина, Иванова, Касаткина и др. Пони
и Истрати были знакомы с трудами
Д. И. Менделеева, которые они часто ис-
пользовали в своих лекциях. Один из учо-
ников Пони писал: «Пони читал нам также
о новейших взглядах Менделеева и других
ученых, которые намечали возможность
сокращения числа простых тел, доходя до
предположения единства материи». Далее
тот же автор вспоминает, что в лекциях
шла речь о периодической системе элемен-



Факсимиле письма В. В. Марковникова К. Истрати (начало)

тов Менделеева⁶. В курсе химии К. Истрати была дана биография Менделеева⁷, что отметил в свое время К. Кирическу⁸.

Уже в 1833 г., в ранний период развития науки в нашей стране, в Яссах было создано «Общество медиков и натуралистов», которое установило связи с учеными России⁹.

⁶ P. Poni, N. Costăchescu. Jubileul prof. P. Poni. Iași, 1906.

⁷ C. Istrati. Curs elementar de Chimie. Buc., 1891.

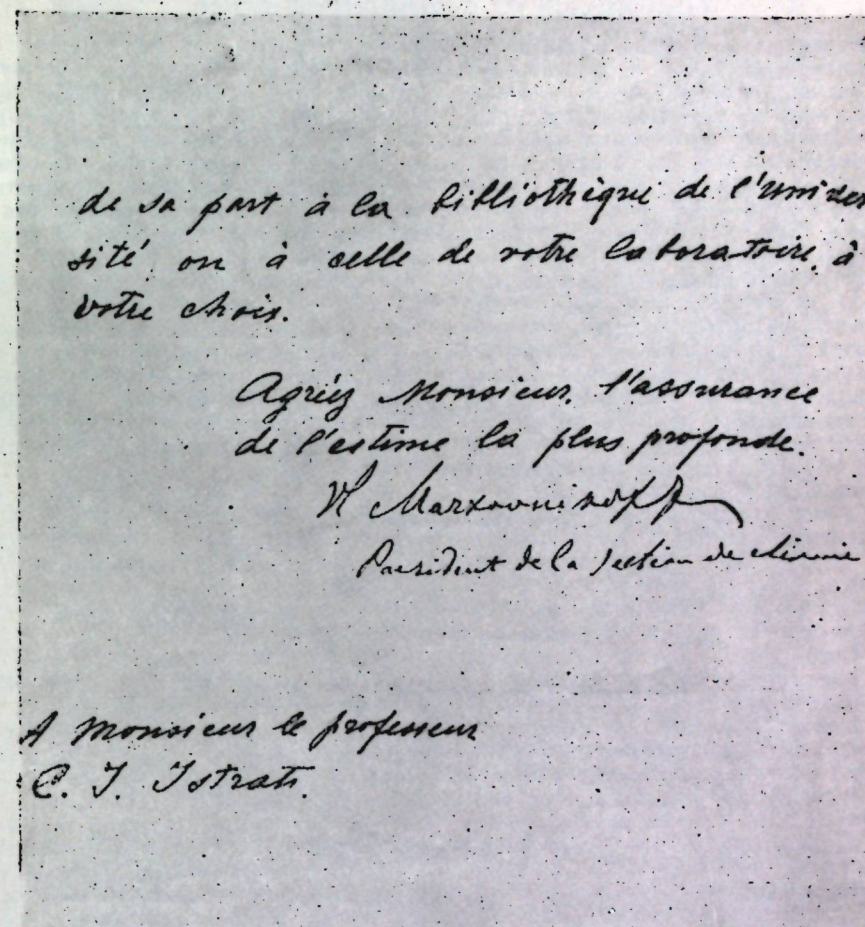
⁸ C. Kiritescu. Doctorul C. I. Istrati. «Nat.», 15 feb. Buc., 1938.

⁹ C. Istrati. Asociația iunea ro-

24 марта 1890 г. в Бухаресте по инициативе Бакалоглу, Кобылческу, Пони, Истрати было создано «Общество наук». Его деятельность способствовала оживлению русско-румынских научных связей. Общество избрало своими почетными членами Д. И. Менделеева и В. В. Марковникова.

Пони и Истрати были непосредственно связаны с некоторыми русскими химиками. Для примера прилагаем несколько документов из их личной переписки.

mînă pentru înaintarea și răspîndirea științelor. «Congresul de la Iași din anul.», Buc., 1902, I; 1903, VII—LIX.



Факсимиле письма В. В. Марковникова К. Истрати (окончание)

В октябре 1910 г. Пони был избран действительным членом «Московского общества испытателей природы». Из письма, присланного ему по этому поводу Обществом, следует, что русские ученые знали и ценили работы Пони. В этом письме указывалось, что «члены Московского Императорского Общества испытателей природы, желая признать Ваши заслуги перед наукой, присудили Вам звание действительного члена». В ответном письме Пони выражает свою «глубочайшую признательность членам Московского Императорского Общества за честь, оказанную ему присуждением звания действительного члена этого научного Общества».

10 марта 1901 г. в Москве отмечалось сорокалетие деятельности В. В. Марковникова. В связи с этим «Московское общество любителей естествознания и эт-

нографии» пригласило Истрати присутствовать на объединенном заседании секций физики, химии и ботаники, происходившем в Московском политехническом музее.

Истрати, поздравляя Марковникова, писал: «Общество наук в Бухаресте имеет честь присоединиться к другим научным учреждениям и обществам для выражения почтения профессору Владимиру Марковникову в связи с его плодотворной и оригинальной деятельностью на поприще науки. Счастлива должна быть нация, в которой рождаются такие ученые...». На это письмо от имени химической секции отвечает Марковников; он также извещает Истрати о том, что отправил ему два экземпляра «Ломоносовского сборника». В другом письме он благодарит за предложение стать почетным членом «Общества

5 Mai 1904
18
Moscou

Monsieur,

C'est le cœur profondément ému que je viens déposer à la Société des sciences de Bucarest l'hommage de ma vive reconnaissance pour la faveur insignée qu'elle a daigné m'accorder à propos de l'anniversaire de mon jubilé.

L'honneur d'avoir été jugé digne par votre Société d'une distinction qui honore mon modeste labeur me touche profondément.

Agissez, Monsieur, l'expression de mes sentiments de gratitude et de respect.

V. V. Markovnikov

A Monsieur le secrétaire général
Dr. C. I. Istrati.

Факсимиле письма В. В. Марковникова Обществу наук в Бухаресте

наук» в Бухаресте: «Честь, оказываемая мне Вашим Обществом, считающим меня достойным отличия за мой скромный труд, глубоко меня тронула».

Как Пони, так и Истрати интересовались вопросами просвещения в России. В отчете, представленном министру просвещения в 1894 г., Истрати указывал на организацию службы инспекции в России и просил выписать из Петербурга «Журнал Министерства народного просве-

щения» и журнал «Русская школа»¹⁰.

Кристофор Симонеску,
Константин Калистрэ
Румыния

Получено 8 мая 1956 г.

¹⁰ C. Istrati. Raportul anual al d-lui Dr. C. Istrati, ins. general al inv. sup., prezentat d-lui min. al cult. și instr. publice. Buc., 1894.

ЧТО ПОНИМАЛИ ПОД «ХИМИЧЕСКИМ СТРОЕНИЕМ» РУССКИЕ ХИМИКИ — ПРЕДШЕСТВЕННИКИ А. М. БУТЛЕРОВА?

В истории химии принято считать, что термин «химическое строение» («chemische Struktur») был предложен А. М. Бутлеровым в 1861 г. для обозначения порядка (распределения, последовательности) межатомных связей в молекулах. Не так давно в литературе появились указания на то, что этот термин встречается и у других русских химиков еще до Бутлерова. Так, Е. С. Хотинский и Б. М. Красовицкий сообщили¹, что термин «химическое строение» имеется в известной магистерской диссертации Н. Н. Бекетова (1853)². Однако это сообщение оказалось не соответствующим действительности. Н. А. Фигуровский и Ю. И. Соловьев³ обратили внимание на то, что выражение «химическое строение» употреблял еще в 1847 г. А. И. Ходнев в «Курсе физиологической химии». В то же время авторы пишут, что Ходнев, «видя ограниченность теории Лорана-Жерара», обсуждает вопрос о возможности изучения химического строения органических соединений. Так как эта мысль далее не разъяснена, может легко создаться впечатление, что у Ходнева в 1847 г. и у Бутлерова в 1861 г. было одинаковое понятие о химическом строении. Что это не так, будет показано ниже. Кроме того, насколько удалось установить автору настоящей заметки, выражение «химическое строение» встречается не только у Ходнева, но и у Г. Н. Гесса, Н. Н. Соколова и Д. И. Менделеева.

Впервые термин «химическое строение», по-видимому, был введен Гессом в 1845 г. В шестом издании «Оснований чистой химии», говоря о двойных солях, Гесс пишет: «Это ведет нас неизбежно к самому трудному вопросу о распределении тел в составах, или о химическом строении тел»⁴. Эта фраза непосредственно предшествует разделу «О распределении тел в составах», в котором подробно рассматривается «вопрос о строении соли KSO_4 »⁵. «Должно ли почитать ее за $K+\ddot{S}$ или за $K+\ddot{S}?$ »⁶.

¹ Е. С. Хотинский и Б. М. Красовицкий. Органическая химия в Харьковском университете. «Укр. хим. журн.», 1954, т. 20, № 2, стр. 158.

² Н. Н. Бекетов. О некоторых новых случаях химического сочетания и общие замечания об этих явлениях. СПб., 1853.

³ Н. А. Фигуровский и Ю. И. Соловьев. Алексей Иванович Ходнев. «Тр. Ин-та истории естествозн. и техники», т. 2, М., 1954, стр. 27, 28.

⁴ Г. Н. Гесс. Основания чистой химии. Изд. 6. СПб., 1845, стр. 473.

⁵ Гесс принимает удвоенный атомный вес калия. В последующих формулах знаки атомов кислорода изображены точками над знаками калия и серы.

⁶ Там же, стр. 476.

В седьмом издании своего учебника (1849) Гесс говорит то же о химическом строении⁷, но соответствующий раздел назван «О распределении тел в составах или о конституции химических соединений». Здесь под «конституцией тел» он понимает «расположение паев⁸ или атомов». Это расположение атомов Гесс мыслит в трех измерениях и поэтому не считает возможным выражение его обычными формулами. Следовательно, термины «химическое строение», «распределение тел в составах», «конституция тел», «расположение атомов» — синонимы. Иными словами, у Гесса химическое строение есть то, что впоследствии А. М. Бутлеров⁹ называл механическим строением молекул, противопоставляя его химическому строению в своем понимании. Однако, как можно видеть из примера с сернокислым калием, расположение атомов тесно связывалось у Гесса с группировкой атомов согласно дуалистическим представлениям.

А. И. Ходнев связывает «химическое строение» или просто «строение» в смысле расположения атомов не только с дуалистической группировкой атомов, но и с представлениями теории ядер Лорана и теории типов Дюма. В историко-теоретической работе Ходнева о хлоре в органических соединениях (1847) речь идет в частности о полемике между Дюма и Лораном, результаты которой «разъяснили химическое строение многих тел органических и привели Лорана к новой теории химических соединений»¹⁰. Следовательно, здесь говорится о пространственном распределении атомов в молекулах, которые Лоран представлял с помощью стереометрических моделей. В конце своей работы Ходнев отмечает, что новая теория еще очень мало дает для разъяснения «атомистического строения тел... Можно только иногда сказать, что такое-то соединение не имеет какого-нибудь предположенного строения, что, например, хлор находится в хлорном эфире (в хлористом этиле — *Aet.*) в виде хлора и не хлористоводородной кислоты»¹¹. В работе 1848 г. Ходнев также ставит вопрос о том, представляет собою сернокислый калий KO и SO_2 или K и SO_4 , и пишет: «...очень возможно, что в самом деле несправедливо ни то ни другое. Решение вопроса о химическом

⁷ Г. Н. Гесс. Основания чистой химии. Изд. 7. СПб., 1849, стр. 580.

⁸ Термин «пай» был введен Гессом в шестом издании.

⁹ А. М. Бутлеров. Сочинения, т. I. Изд-во АН СССР, 1953, стр. 70.

¹⁰ А. И. Ходнев. Историческое развитие понятий о хлоре и влиянии их на теоретическую часть химии. Харьков, 1847, стр. 27.

¹¹ Там же, стр. 40.

строении тел не имеет до сих пор почти никаких данных»¹². Здесь, так же как и у Гесса, под «строением» молекул подразумевается и пространственное расположение атомов и группировка их в ближайшие составные части. Но в этой же работе Ходнев говорит о строении в соответствии со взглядами Лорана и Дюма, а именно о том, что строение тела остается без изменения после замещения водорода на хлор, что хлор, таким образом, изоморфен водороду, что «хлористое тело и первичное имеют совершенно одинаковое строение, или принадлежат к одной естественной группе; к одному химическому типу»¹³. Наконец, Ходнев пользуется тем же понятием при объяснении разнообразия органических соединений, образуемых различным числом элементов-органогенов, что заставляет химика прибегнуть «к гипотезам о расположении или о химическом строении пав»¹⁴.

Н. Н. Соколов считает весьма вероятным «существование многих кислот, образующихся при окислении различных алкоголей и, при совершенно тождественном элементарном составе, имеющих различное химическое строение»¹⁵. Такое объяснение изомерии кислот легко приписать стороннику (в данном случае предшественнику) теории химического строения. Однако здесь же Соколов допускает существование альдегидовой, или «ламповой», кислоты, представляющей «промежуточную степень окисления этилалкоголя, стоящую между альдегидом и уксусной кислотой; он считает, что при окислении глицерина можно получить три альдегида и шесть кислот»¹⁶, а различие в характере водорода в органических соединениях он объясняет не различием влияния на водородные атомы (точнее — на связи, ими образуемые) других атомов, как объяснил бы приверженец теории химического строения, а количеством теплоты, заключенного в различных паях водорода¹⁷. Отсюда, по Соколову, все атомы водорода в молекулах органических соединений хотя бы несколько отличаются друг от друга в химическом отношении. Ошибочность этого утверждения очевидна. Таким образом, понятие о химическом строении у Н. Н. Соколова было иным, чем у А. М. Бутлерова. В соответствии с учением Соколова об изначальном различии всех атомов водорода в молекулах органических соединений можно полагать, что под химическим строением он понимал присутствие в молекулах определенных атомов водорода.

¹² А. И. Ходнев. О соединении минеральной и органической химии в одно целое. Харьков, 1848, стр. 45.

¹³ Там же, стр. 61.

¹⁴ Там же, стр. 21.

¹⁵ Н. Н. Соколов. «Горн. журн.», ч. 1, стр. 380, 1859.

¹⁶ Там же, стр. 365—366.

¹⁷ Там же, ч. 2, стр. 119.

С этим согласуется и то, что Н. Н. Соколов в несколько более ранней статье, опубликованной на немецком языке, писал о присутствии в гликолевой и молочной кислотах более одного эквивалента водорода, способного выделяться в реакциях «сочетания», например при образовании эфиров, без существенного изменения химического строения («chemische Structur»)»¹⁸.

Иное понятие о химическом строении было у Д. И. Менделеева. Он писал, что каждому изомерному соединению должна соответствовать только одна кристаллическая форма и что «двуформенность происходит только от того, что многие тела в известных обстоятельствах переходят в изомерное состояние, т. е. при одинаковом элементарном составе приобретают иное химическое строение и, следовательно, иные физические и химические свойства»¹⁹. По формулировке объяснение изомерии различием химического строения изомеров как будто бы такое же, как и у Н. Н. Соколова. Но, по Д. И. Менделееву, кристаллическая форма зависит не от пространственного («физического») строения молекул, что видно из его слов об изоморфизме «соединений, происшедших чрез метатетическое и типическое замещения. Это сходство дает повод думать, что весьма часто тела, происшедшие чрез замещение, имеют вполне одинаковое физическое частичное (т. е. молекулярное. — Аам.) строение, потому что, несомненно, что форма зависит от него»²⁰. Физическое строение молекул Д. И. Менделеев не пытается выражать формулами, тогда как химическое он считает возможным изображать условным образом рациональной (типической) формулой: «Определить химическое строение данного соединения, значит дать ему рациональную формулу, основанную на изучении реакций тела»²¹. В этом смысле можно говорить об «аммиачном строении» циановокислых и цианистых солей, т. е. относить их к типу аммиака или хлористого аммония²².

Таким образом, под химическим строением молекул Д. И. Менделеев понимал группировку в них атомов, отвечающую какому-либо типу, а этой группировке соответствует определенное физическое строение молекул, от которого зависит

¹⁸ N. Sokoloff. «Bull. de la cl. phys.-math. de l'Acad. des Sci. de St.-Petersb.», 1858, vol. 16, N 24, p. 377.

¹⁹ Д. И. Менделеев. Сочинения, т. 8. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, стр. 150. Ссылка дается на второе издание «Органической химии» Д. И. Менделеева, вышедшее в 1863 г. и перепечатанное в восьмом томе Сочинений. Однако соответствующие места имеются и в первом издании «Органической химии» (1861).

²⁰ Там же, стр. 152.

²¹ Там же, стр. 103.

²² Д. И. Менделеев. Органическая химия. СПб., 1861, стр. 49.

их кристаллическая форма. Взгляды Д. И. Менделеева, если отвлечься от различия типов по теориям Дюма и Жерара, очень близки к ранее рассмотренным понятиям о химическом строении Г. И. Гесса и А. И. Ходнева.

Возможно, что историки химии найдут и у других русских химиков высказывания о «химическом строении». Может быть, это выражение («chemische Structur» или «Structure chimique») встречалось до А. М. Бутлерова и у зарубежных ученых. Выяснение этих фактов позволило бы более детально проследить исторический процесс трансформации понятия о химическом строении. Однако материал, приведенный в настоящей заметке, позволяет уже сделать некоторые выводы. Термин «хими-

ческое строение» встречался до А. М. Бутлерова у ряда видных русских химиков в их наиболее известных работах. Этот термин А. М. Бутлеров переосмыслил и применил для определения нового понятия о порядке межмолекулярных связей в молекулах. Можно добавить, что это важнейшее в органической химии понятие с того времени непрерывно углублялось, а выражение «химическое строение» пополнялось и пополняется в наши дни все новым и новым содержанием²³.

Г. В. Быков

²³ Б. А. Казанский и Г. В. Быков. «Журн. общ. хим.», 1953, т. 23, стр. 168.

ОБ ОДНОЙ НЕИЗВЕСТНОЙ РЕЧИ КАРЛА БЭРА

В архивном фонде академика К. М. Бэра хранится черновая рукопись на латинском языке под заглавием «De transformatione specierum» («О трансформации видов»). Это — не серьезное научное сочинение, как можно предположить по заглавию, а шутильная речь, произнесенная Бэром в 1830 или 1831 г. на заседании медицинского факультета Кенигсбергского университета по случаю присвоения докторской степени одному из учеников Бэра — некоему Иосифу Забергейму.

Проведение церемоний по случаю присвоения докторского звания — промоций — было установлено еще в середине века. Церемонии сопровождались торжественными обрядами, новому доктору передавались знаки его ученого достоинства — особый головной убор и мантия, а на палец ему надевалось кольцо и т. п. Получавший ученую степень давал при этом торжественное обещание высоко держать знамя науки и неуклонно выполнять обязанности, связанные с докторским званием. При этом произносились речи на латинском языке, иногда облеченные в шутиливую форму.

Именно такой характер имела речь Бэра, который был в ту пору ординарным профессором Кенигсбергского университета. Он выбрал темой выступления вопрос об эволюции животного мира, причем в качестве доказательства эволюции привел самого новоиспеченного доктора — как пример «превращения» студента в ученого медика.

Мне представляется небезынтересным передать содержание этой речи, которая неизвестна в литературе по истории естествознания. Проникшие элементы перемешаны в ней с серьезными вопросами, которые дают в общем яркое представление о круге интересов, занимавших тогда умы профессоров и студенческой молодежи.

Одним из таких вопросов была идея трансформизма, которая обсуждалась тогда в академических кругах.

Припомним, что в эпоху 20—30-х годов в германских университетах большую роль играла натурфилософия. По словам историка медицины в Германии, Гирша (Hirsch), в течение первых десятилетий XIX в. не было германского университета, который в той или иной степени не испытывал бы влияния натурфилософии. «Эта философия», — пишет Гирш, — имела на медицинский мир Германии в течение двух десятилетий поистине волшебное влияние, которому не могли противостоять даже крупнейшие ученые и которое, строго говоря, так или иначе отражалось во всех произведениях медицинской литературы того времени»¹.

В молодости Бэр, как и некоторые другие крупные ученые, например Бурдах и Поганшес Мюллер, находился под влиянием этого учения и одно время был в числе ее адептов. Он сам очень хорошо рассказал об этом в автобиографии². Однако позднее Бэр сумел освободиться от этого влияния. В 30-е годы он уже мог вполне критически относиться к увлечению натурфилософией. Пример такой критики читатель найдет в его речи. Однако идею трансформизма, как одну из основ своего мировоззрения, Бэр сохранил и остался ей верен до старости.

После этих кратких замечаний, которые должны помочь читателю лучше уяснить содержание упомянутой речи Бэра, приведем с небольшими сокращениями ее текст в нашем переводе с латинского языка.

«Блистательный проректор! Ученейшие профессора! Просвещенные коллеги!

¹ A. Hirsch. Geschichte der medizinischen Wissenschaften in Deutschland, 1893, S. 407.

² К. М. Бэр. Автобиография. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950, стр. 182, 183, 295, 296.

Дорогие слушатели, почтенные граждане всех рангов!

Сегодня праздник! Поэтому я не хочу, дорогие слушатели, задерживать вас слишком длинной речью, не хочу наводить на вас тоску ученым рассуждением. Лучше хочется отметить нашу промоцию в счастливом настроении — в день, когда приходит душевная радость — «и во дворцы царей и в хижины бедняков»².

Я долго размышлял, какой предмет достоин того, чтобы говорить о нем накануне рождества, и не нашел ничего другого, кроме вопроса о повышении на свет всех земных тварей. Ибо проблема эта такого рода, что ее можно или решить весьма просто, в немногих словах, или ее нужно весьма долго изучать с помощью всех орудий естественных наук. Поэтому уже с тех самых пор, как род человеческий начал мыслить, он обратил внимание на этот вопрос. Признаемся, однако, откровенно, что до наших времен в этом вопросе не достигнуто почти ничего. Я не хочу говорить здесь ни о наследственности, которую изучали многие естествоиспытатели, достигшие результатов, заслуживающих внимания, ни о происхождении животных, которые изменяются по ступеням эволюции. Остановлюсь на формах более развитых: каким образом возникли различные виды животных и растений? Возникли ли они путем первичного зарождения из неопределенной материи, или они произошли от других видов путем трансформации? Вопрос этот достаточно труден сам по себе, однако почти все специальные вопросы строения и жизни организмов связаны с этим кардинальным вопросом. Поэтому-то обойти его не представляется возможным. Однако наблюдения, производившиеся в течение ряда веков, оказываются недостаточными ни для утверждения трансформации, ни для принятия учения о первичном зарождении для совершенных организмов. Таким образом, одни естествоиспытатели, следуя скорее чужим мнениям, чем соображениям собственного ума, полагают, что все виды возникли сами собой, другие — являются сторонниками трансформации, но опирались, однако, на более прочные доводы. Древние авторы в большинстве придерживались первой из этих теорий и верили, что, например, пчелы и даже позвоночные животные могут возникать из гниющих веществ. Наш век склонился, скорее, к идее трансформации. Я не хвалю этого и не порицаю, ибо нужно же измыслить какую-нибудь гипотезу, если не хватает наблюдений и положительных выводов из них. В таком вопросе, который так связан с другими проблемами науки, что обойти его невозможно.

Однако то, к чему относятся к этой гипотезе так, словно она проверена на опыте, возбуждают смех. Так, Руссо [неразб.] и другие учили, что человек произошел от обезьяны. Некий рейнский профессор⁴ рассмотрел все виды животных и решил, что он постиг не только каким образом можно представить трансформацию одной группы в другую, но что этот переход имел место в действительности. Наконец, совсем недавно молодой зоолог по имени Каун установил, из каких форм возникли отдельные виды путем изменения, и заявил об этом в выраженных настолько определенных, как будто бы на самом деле он присутствовал при их трансформации. Если угодно, я приведу образчик его жреческих вещаний. Род оленей, по словам нашего мудреца, возник из рода тетеревов. Потомком белой куропатки является олень, а потомком тетерева-косача — лось. От глухаря произошел ископаемый лось, от тетерева-межника — благородный олень, от рябчика — лань. Нашему пророку кажется ясным как день, что дикий козел обязан своим происхождением куропатке, и так далее⁵.

Впрочем, что касается меня, то трансформация оленя из какого-нибудь тетерева представляется мне не меньшим чудом, чем если бы готовый олень на наших глазах упал с неба. Несомненно, самопроизвольное зарождение оленя легче вы-

вести путем аналогий, чем превращение птиц в рогатый скот. Если тетерев действительно обладает такой трансформационной силой, то почему же не все тетерева превратились в других животных и род их еще существует?

На какие же доказательства опирается этот зоолог? Прошу Вас слушать внимательно и не смеяться. Олени, утверждает Каун, произошли от тетеревов, потому что у обоих мясо имеет сладкий запах.

Подобные гипотезы, или скорее бредни, придумываются лишь для того, чтобы не приписывать земле большей созидательной силы, чем та, которую мы наблюдаем в настоящее время. Но если земля не в силах создавать более совершенные организмы, то она, очевидно, не в состоянии и трансформировать их означенным образом, ибо создание есть не что иное, как переход на более высокую ступень и, в свою очередь, трансформация столь полная, что новая форма передается потомству, является, очевидно, созданием, что я скоро и покажу на примере. Если это правильно, то необходимо предположить, что созидательная сила земли в прежние времена была больше, чем в настоящее время. Если мы допустим эту большую силу, то аналогия с низшими организмами убеждает нас, что и высшие организмы также могли возникать сразу, а не только развиваться путем изменений. В том, что земля ранее обладала большей созидательной силой, я не сомневаюсь и попытаюсь это доказать, если будет время.

Но на этом надо остановиться, чтобы не забыть о нашем сегодняшнем акте воспронизведения. Дабы он мог свершиться, кандидат наш сначала принесет присягу, которую прочитает секретарь Академии. Итак, в добрый час, волею и властью медицинско-го факультета Альбертинской академии я, Карл-Эрст фон-Бэр, доктор медицины *rite promotus*⁶ и профессор этой академии, поздравляю тебя, Носиф-Фридрих Сабергейм из Бромберга, в степени доктора медицины и хирургии, оповещаю и поздравляю о твоем производстве. Приглашаю тебя вступить на сию возвышенную кафедру, дабы вручить тебе по обычаю предков символы докторской степени и изложить перед тобой ее привилегии и отличия. По законам Академии я обязан раскрыть перед тобой труды великого Гиппократа и призвать тебя к ревностному их изучению. Но ты уже и до моего призыва составил ученый комментарий к афоризмам Гиппократа, да и с самим Гиппократом ты знаком так близко, что он посещает тебя по ночам⁷.

Не удовлетворись, однако, этой общей формулой, автор построил самые невероятные генетические ряды. Например, крокодил, по его мнению, дал начало соболю, превратившись сначала в утку, а затем и в других птиц. Впоследствии Каун оставил эти бредни и стал с успехом заниматься палеонтологией. Его наставили и русские ученые. Так, в 1836 г. его посетил Э. Н. Эйхвальд, в 1841 г. у Кауна побывал К. Ф. Рулье, которому он продемонстрировал свои палеонтологические коллекции, среди которых был череп динозавра, в то время единственный в Европе.

⁴ Намек на зоолога Георга Гольдфусса, одного из ярких приверженцев натурфилософии. Он был профессором университета в Бонне. Гольдфусс известен своими сочинениями (1817, 1823, 1826), в которых он дал совершенно произвольную систему родства животных. Бэр высмеивал Гольдфусса и в других своих (рукописных) статьях.

⁵ Речь идет о дармштадтском профессоре Иоганне Якове Кауне (1803—1873), которому в это время было около 30 лет. В 1829 г. он напечатал сочинение «Очерк истории развития и естественная система европейской фауны» («Skizze der Entwicklungsgeschichte und natürliche System der europ. Thierwelt». Darmstadt, 1829), где сделал совершенно неоправданную попытку установить генетические отношения между животными. Именно эту книгу и высмеивал Бэр в своей речи. По мнению Кауна, птицы и млекопитающие произошли от амфибий и рептилий.

⁶ Не удовлетворись, однако, этой общей формулой, автор построил самые невероятные генетические ряды. Например, крокодил, по его мнению, дал начало соболю, превратившись сначала в утку, а затем и в других птиц. Впоследствии Каун оставил эти бредни и стал с успехом заниматься палеонтологией. Его наставили и русские ученые. Так, в 1836 г. его посетил Э. Н. Эйхвальд, в 1841 г. у Кауна побывал К. Ф. Рулье, которому он продемонстрировал свои палеонтологические коллекции, среди которых был череп динозавра, в то время единственный в Европе.

⁷ Бэр применил здесь стих Горация: *In regum turris et pauperum laboribus*.

Итак, мне остается только просить тебя обращаться к Гиппократу иногда и днем, чтобы он не гневался, если придет к тебе ночью.

Далее по законам Академии надлежит мне украсить твою голову докторской шляпой. Эта шляпа указывает на твое звание, и с того момента ты являешься свободным, но должен следовать за каким-нибудь руководителем, но быть мужем самостоятельным в области медицины. Ибо промоция дает тебе независимость.

Впрочем, ты уже и раньше выделялся своим поэтическим искусством и ученостью из толпы рабов и учеников, зная, что Музы дают истинную свободу. Почтитель свободных искусств, ты иногда покидал аудиторию наставников, чтобы не следовать чрезмерно теориям учителей⁸.

Теперь я надеваю на твой палец кольцо. Кольцо не имеет концов, следовательно, оно представляет те вечные узы, которыми ты отныне связываешь себя с врачебным искусством. Ты ведь прекрасно знаешь, какими именно словами Гиппократа начинают свои произведения. Слова эти уже избиты за двадцать веков, но они всегда сохраняют свою ценность. От всей души желаю, чтобы Гален подал тебе помощь и силу, почести уже теперь воздаст тебе сословие медиков. Часть искусства передали тебе твои учителя, но несравненно большую часть даст тебе собственная практика. Этим поцелую я принимаю тебя вместо с воспринятыми тобою знаниями в число докторов медицины.

Слушатели всех рангов! Кто из Вас в этот день, в день рождества Христова, не подносит или не получает подарков? Я же не имею для вас другого подарка, кроме повоспеченного доктора, которого я посвящаю в ученую степень и приношу вам в дар. Но я не даю, чтобы вы боялись меня, приносящего дары. Примите же моего превосходнейшего доктора. Правда, иногда он видит сны, но в сновидениях он усваивает то, чего не знал раньше, например, разницу между кардитом и перикардитом⁹. Следовательно, он и спит на благо своих пациентов.

Обещание мое относительно креации и трансформации я уже выполнил. Я создал доктора путем трансформации из студента, путем поднятия на более высокую ступень. Где теперь кандидат Сабергейм? Вот это трансформация! Он возвысился над всеми

⁸ Шутливый намек на то, что Сабергейм иногда манкировал занятиями ради театра и других развлечений.

⁹ Кардит (эндокардит) — болезнь сердца, развивающаяся на почве ревматизма, причем поражаются мышцы и клапаны сердца. Перикардит — воспаление околосердечной сумки. Бэр иронически намекает, что Сабергейм в каком-то случае не сумел разобраться в этих заболеваниях.

⁷ Но вполне понятный намек, связанный, видимо, с каким-то забавным случаем из студенческой жизни Сабергейма.

Итак, мне остается только просить тебя обращаться к Гиппократу иногда и днем, чтобы он не гневался, если придет к тебе ночью.

Далее по законам Академии надлежит мне украсить твою голову докторской шляпой. Эта шляпа указывает на твое звание, и с того момента ты являешься свободным, но должен следовать за каким-нибудь руководителем, но быть мужем самостоятельным в области медицины. Ибо промоция дает тебе независимость.

Впрочем, ты уже и раньше выделялся своим поэтическим искусством и ученостью из толпы рабов и учеников, зная, что Музы дают истинную свободу. Почтитель свободных искусств, ты иногда покидал аудиторию наставников, чтобы не следовать чрезмерно теориям учителей⁸.

Теперь я надеваю на твой палец кольцо. Кольцо не имеет концов, следовательно, оно представляет те вечные узы, которыми ты отныне связываешь себя с врачебным искусством. Ты ведь прекрасно знаешь, какими именно словами Гиппократа начинают свои произведения. Слова эти уже избиты за двадцать веков, но они всегда сохраняют свою ценность. От всей души желаю, чтобы Гален подал тебе помощь и силу, почести уже теперь воздаст тебе сословие медиков. Часть искусства передали тебе твои учителя, но несравненно большую часть даст тебе собственная практика. Этим поцелую я принимаю тебя вместо с воспринятыми тобою знаниями в число докторов медицины.

Слушатели всех рангов! Кто из Вас в этот день, в день рождества Христова, не подносит или не получает подарков? Я же не имею для вас другого подарка, кроме повоспеченного доктора, которого я посвящаю в ученую степень и приношу вам в дар. Но я не даю, чтобы вы боялись меня, приносящего дары. Примите же моего превосходнейшего доктора. Правда, иногда он видит сны, но в сновидениях он усваивает то, чего не знал раньше, например, разницу между кардитом и перикардитом⁹. Следовательно, он и спит на благо своих пациентов.

Обещание мое относительно креации и трансформации я уже выполнил. Я создал доктора путем трансформации из студента, путем поднятия на более высокую ступень. Где теперь кандидат Сабергейм? Вот это трансформация! Он возвысился над всеми

⁸ Шутливый намек на то, что Сабергейм иногда манкировал занятиями ради театра и других развлечений.

⁹ Кардит (эндокардит) — болезнь сердца, развивающаяся на почве ревматизма, причем поражаются мышцы и клапаны сердца. Перикардит — воспаление околосердечной сумки. Бэр иронически намекает, что Сабергейм в каком-то случае не сумел разобраться в этих заболеваниях.

⁷ Но вполне понятный намек, связанный, видимо, с каким-то забавным случаем из студенческой жизни Сабергейма.

вами, он презирует теперь академических линкторов, он не заботится об академическом судье. Устранив из души все низменное, он поднимает к звездам возвышенное чело. Но придет время и, по обычаю филисторов, он утратит и свою гордость, и свой возвышенный дух. Так всякая эволюция есть уже шаг к обратному развитию.

Да дарует ему Всевышний удачу и счастье, о чем мы молимся от глубины души».

Речь Бэра интересна для нас не только в том отношении, что она воскрешает картину старинной промоции, но главным образом своими экскурсами в текущие вопросы естествознания. Из нее видно прежде всего, что вопросы трансформизма действительно были в 30-х годах злободневными даже в окраинном университете, которым был в то время Кенигсбергский университет, находившийся на северо-Пруссии.

Далее нетрудно усмотреть критическое отношение Бэра к натурфилософии, которая, по его мнению, только компрометирует эволюционную идею. С этой целью он привел в качестве примеров таких сторонников натурфилософии, как Кауп и Гольдфусс, погрешивших больше других, выдавая за установленную истину свои зоологические фантазии.

НОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ О П. П. АНОСОВЕ

В делах фонда штаба Корпуса горных инженеров Центрального государственного исторического архива в Ленинграде имеются весьма интересные документы о деятельности П. П. Аносова в Златоусте в 30-х годах XIX в.

Обнаруженные материалы касаются главным образом работ Аносова в области сталелитейного производства и свидетельствуют о широте и смелости научной мысли великого русского металлурга.

Вторая четверть XIX в. ознаменовалась дальнейшим углублением кризиса крепостного строя и ростом капиталистических элементов в экономике России. В стране началось развиваться машиностроение, что обуславливало значительное возрастание потребности в стали. Кроме того, сталь все в большем количестве требовалась для вооружения армии.

Естественно, что в этих условиях перед русскими техниками встала проблема получения высококачественной стали в за-

Немалый интерес в высказываниях Бэра представляет также его мнение о возможности происхождения новых видов животных не только путем постепенной эволюции, но и путем внезапного появления готовых форм — по типу самопроизвольного зарождения. Такие высказывания не случайны, Бэр и в других сочинениях, в особенности в частной переписке, объявлял себя сторонником идеи самопроизвольного зарождения, которое он называл *generatio primaria*. Бэр допускал, что таким путем могли возникать не только простейшие организмы, но и более совершенные формы. Речь идет здесь, конечно, не о чудесных актах творчества, потому что к креационизму Бэр всегда относился отрицательно и не допускал «чуда в природе». Он смотрел на самопроизвольное появление новых видов организмов как на естественный акт, объясняя его «воспроизводящей силой земли», которая в прошлые времена была, по его убеждению, сильнее, чем в настоящее время. Эту мысль можно встретить и в других его статьях 20—30-х годов.

Таким образом, шутивая по форме речь Бэра содержит и серьезные соображения, прибавляя лишний штрих к его характеристике как ученого.

Б. Е. Райков
Ленинград

чали длительным трудоемким путем переплавки цементованных брусьев железа, Аносов соединил процесс плавления с процессом науглероживания железа в газовой среде. Это открытие явилось крупнейшим вкладом в теорию и практику металлургии, обеспечившим получение литой стали в больших однородных массах.

Дореволюционные исследователи истории русской артиллерии обычно считали, что сталепушечное производство было перенесено в Россию из Германии — с заводов Круппа, и лишь немногие из них указывали, что в 40-х годах XIX в. Аносов отлил в Златоусте первую в мире пушку из литой стали. Эти указания носили характер предположений.

Недавно в Центральном государственном историческом архиве в Ленинграде была обнаружена публикуемая ниже «Ведомость о выделке оружия и изделий Златоустовской оружейной фабрики» за 1831—1835 гг.¹ (в пудах).

Стали	1831	1832	1833	1834	1835
Сырой	9035	5916	12165	10833	7041
Рафинированной	1689	1612	1412	3127	647
Духоваренной	4563	3548	4761	3481	4236
Литой	143	120	1669	976	1399
Литой в пушках	—	—	—	—	40 ^{3/4}

водных масштабах. Эта проблема была блестяще разрешена П. П. Аносовым. В то время как в Англии и других странах за границей литую сталь полу-

¹ Центральный государственный исторический архив в Ленинграде (ЦГИАЛ), ф. 44, оп. 2, д. 482, л. 28.

В этой ведомости, подписанной Аносовым, особый интерес представляет последняя цифра, свидетельствующая о том, что в 1835 гг., за 20 лет до появления первых крупновских стальных пушек, Аносов практически решил задачу замены чугуна — бронзы в орудиях литой сталью.

Но с расширением масштаба производства стали оказалось необходимым решить вопрос и о новых способах ее горячей обработки.

Наиболее распространенным способом такой обработки стали в России и за границей была проковка ее под так называемыми колотушечными молотами, приводившимися в движение при помощи водяного колеса. Но этот способ был малоэффективным и в известной степени оправдывался лишь при небольших объемах производственных работ.

Раньше других это понял Аносов. Обстоятельством, непосредственно натолкнувшим его на творческие искания в данном направлении, была необходимость снабжении армии доброкачественными и легкими кирасами.

В этот период военно-техническая мысль усиленно работала над усовершенствованием ручного огнестрельного оружия: появились ружья нового образца и возник вопрос о введении новых средств защиты солдат от пуль и осколков, в частности — о замене медных кирас-панцирей более надежными и относительно легкими кирасами из стали.

В 30-х годах XIX в. опыты по изготовлению стальных кирас велись на Сестропецком оружейном заводе. Однако первые испытания таких кирас оказались неудачными. Причина неудач заключалась в несовершенстве принятых способов получения и обработки стали.

Тогда Аносов выдвинул смелый проект коренного изменения ранее существовавших методов производства. 9 мая 1836 г. он сообщил в штаб Корпуса горных инженеров о своих занятиях «опытом на здешних чугунных вальках, которые оказались совершенно годными для прокатки толстых болванок литой стали»² (разрядка моя. — Авт.).

Чтобы представить себе значение этих опытов Аносова, следует вспомнить, что в то время некоторое распространение получила лишь прокатка железа. Что же касается прокатки литой стали, то этот вопрос за границей еще не ставился. Поэтому, приступая впервые к прокатке стали, Аносов надеялся на успех, хотя и предвидел значительные затруднения. «Мне казалось, — сообщал он, — что литую сталь должно будет прокатывать с большими предосторожностями». Но полученные результаты превзошли все ожидания: опыт показал, что сталь «вытги-вается из толстых болванок без малейших

затруднений и не получает ни одной трещины»³. Понятно, что успеху первых опытов прокатки способствовали высокое качество аносовской литой стали.

Прокатка стали заинтересовала Аносова не только с чисто технической стороны. Он видел значительные экономические преимущества внедрения прокатки в производство: «Прокатка оказывается несравненно выгоднее, нежели проковка под молотом, — писал он. Теперь не остается никакого сомнения, что из литой стали можно приготовить недорого панцири для тяжелой кавалерии»⁴. При этом Аносов, обладал широким научным кругозором, указывал, что прокатка «повлечет за собой важное употребление литой стали»⁵ и отмечал исключительную роль прокатки в развитии сталелитейной промышленности. И хотя предложение Аносова о прокатке стали не получило поддержки и не было осуществлено в промышленных масштабах, сами опыты по прокатке стали имеют большой интерес для истории металлургии.

Не меньший интерес представляет недавно обнаруженное в архивных фондах собственноручное письмо П. П. Аносова в штаб Корпуса горных инженеров от 5 марта 1837 г. Этот документ характеризует критическое отношение Аносова к некоторым западноевропейским металлургам, занимавшимся опытами в области производства булата.

В первой половине XIX в. непрерываемым авторитетом среди западноевропейских ученых пользовались германский металлург Карстен и шведский химик Берцелиус, пытавшиеся разрешить проблему производства булатной стали. Их взгляды на природу булата считались господствующими, хотя настоящего булата они так и не сумели получить.

Аносос выступил с резкой критикой предлагавшихся ими теорий. Отправляя в С.-Петербург образцы литой стали и булатов, Аносов писал: «Познание его (Карстена. — Авт.) о булатах весьма далеко от истины и даже вредно для успехов химии и металлургии: его умозрение, не опровергая веками приобретенной опытности в расценении достоинства булатов, вовлекает только в заблуждение. . . . Равным образом ошибочно и мнение г. Берцелиуса, приписывающего узоры излишеству углерода; но в таком случае не должно существовать таких булатов, которые по закладке приобретают едва заметную твердость»⁶.

В конце письма Аносов сообщал о своих новых исследованиях, опровергающих взгляды современных ему металлургов. «Я приближаюсь к цели моих изысканий и скоро в состоянии буду показать недо-

³ Там же, л. 2.

⁴ Там же.

⁵ Там же.

⁶ ЦГИАЛ, л. 105.

² Там же, л. 1.

статки новейшей теории о железнном производстве. Они могут способствовать к иному развитию железнного и в особенности стального производства в России и к повышению сей важной отрасли промышленности перед иностранными землями⁷.

Несмотря на очевидные успехи Аносова в приготовлении булатной стали, некоторые члены штаба Корпуса горных инженеров и Горного ученого комитета пытались заставить Аносова идти по пути продолжения неудачных опытов иностранных ученых. Так, например, в 1838 г. штаб Корпуса горных инженеров предписал Аносову заняться исследованием способа получения булата, предложенного французским металлургом Бреаном. Аносов был вынужден выполнить приказание начальства, но очень скоро доказал, что повторение опытов Бреана для русского сталелитейного дела приводит только к потере времени. В этой связи большой интерес представляет рапорт Аносова начальнику штаба Корпуса горных инженеров генерал-майору Черкину, датированный 17 июня 1838 г. Рапорт содержал оценку работ Бреана; в нем же излагалось решение проблемы происхождения узоров на изделиях из булата, указывалось на связь узоров со свойствами металла и предлагались новые способы его обработки.

«Во исполнение предписания штаба Корпуса горных инженеров от 14 мая 1838 года о доставлении описания опытов, произведенных мной над выделкой булатов по способу (Бреана. — *Лит.*), — писал Аносов, — имею честь объяснить: 1) что повторение сих опытов не могло обещать большого успеха, как меня убеждают девятилетние исследования по приготовлению булатов, 2) что кто бы ни повторил опыты Бреана, не получит других результатов в сравнении с образчиками, которые мною представлены были вашему превосходительству, и что мною употреблены были все осторожности, наблюдаемые при получении булатов, как упомянуто было и в первом донесении, в таком случае на образчиках не было бы никаких узоров, 3) что узор есть следствие состава металла, охлажденного без особенной медленности в тигле, а не при выливе в форму, как упомянуто в замечаниях комитета, и никакая осторожность не может улучшить узора, а только сохранить его; в противном случае по узору невозможно бы было верно судить о достоинстве металла; 4) что если Бреан остановился на предложенных им способах, то он и по сей время не может приготовить настоящего булата или булата, превышающего в достоинстве литую сталь; и 5) что опыты по усовершенствованию булатов постоянно мной про-

должаются и что в настоящее время я имею образцы булата несколько высшего достоинства против тех, которые были представлены Государю Императору, как выше превосходительство усмотреть изволите из представленных мною образцов брит⁸».

В этом же рапорте Аносов, заботясь об интересах русской промышленности, предлагал рассматривать изобретенный им способ выделки булатов как государственную тайну. «С первыми успехами в приготовлении булатов, — отмечал он, — появилась у меня мысль не делать оного известным и присвоить выделку булатов в России по крайней мере на то время, пока она не сделается известной в других государствах... Выделка булатов может быть немаловажной отраслью промышленности, что некоторым образом видно из предпринимаемой во Франции компании; но как она имеет в виду только выделку оружия, то это отчасти доказывает, что члены ее не вполне еще постигают свойства и состав булатов и что еще не близки к совершенству булатов... Предположение мое о распространении булатов и буду иметь честь представить лично по получению разрешения на отъезд в С.-Петербург»⁹.

В 1839 г. надели из аносовской стали экспонировались на Парижской выставке и затем в городе Литтихе (Льеже), славившемся своей оружейной фабрикой. Златоустовская сталь, по свидетельству русского представителя, привлекла в Париже всеобщее внимание. Лучшие французские мастера утверждали, что русская сталь «без всякого сомнения превосходит все прочие сорта французской и немецкой стали. Многие полагают, что, вероятно, она не уступит ничем в качестве и самой литой стали» (речь шла об образцах низших сортов златоустовской стали. — *Лит.*)

Огромное впечатление произвела сабля, изготовленная в Златоусте из аносовской булатной стали. «Все Литтих, — сообщил тот же представитель, — удивился как доброте клинка, так и отделке — одним словом, никто не хотел верить, что сабля сия была сделана в России»¹⁰.

Рассмотренные выше новые документы о П. П. Аносове расширяют имеющиеся сведения о работах выдающегося русского ученого, направленных на решение ряда важнейших вопросов металлургии.

А. Л. Черник

⁷ Там же, л. 93.

⁸ Там же, л. 94.

¹⁰ Там же, лл. 106—107.

НЕОПУБЛИКОВАННЫЕ ЧЕРТЕЖ И ОПИСАНИЕ МЕЛЬНИЦЫ XVII в.

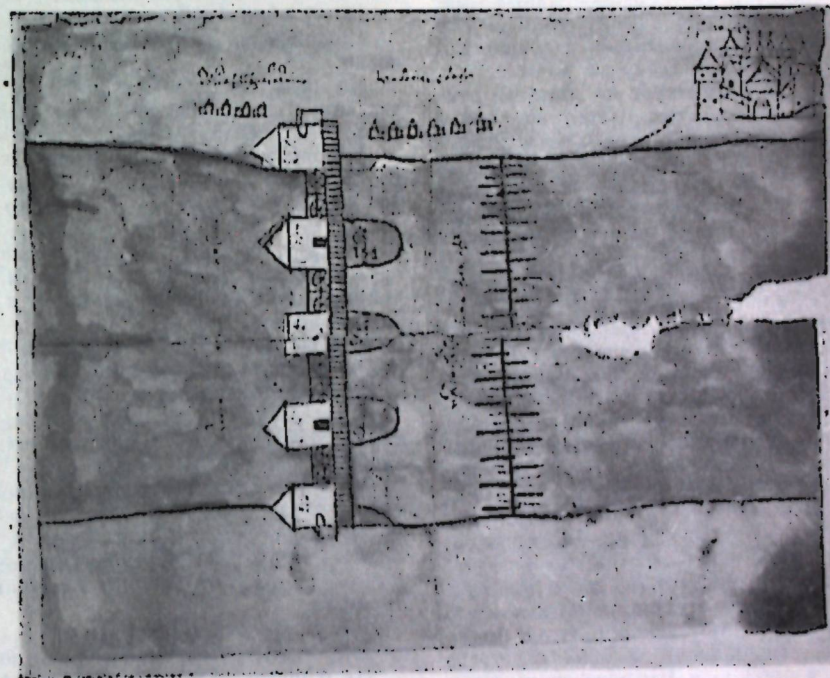
Среди документов фонда Разрядного приказа, хранящихся в Центральном государственном архиве древних актов, имеются составленные в 1662 г. чертеж и описание мукомольной и суконной мельницы, построенной в XVII в. на р. Сейм, в двух верстах от г. Путилы¹.

Как известно, чертежи русских промышленных предприятий XVII в. сохранились сравнительно немного. Поэтому

На основании чертежа и его описания можно представить себе устройство этой мельницы.

Река Сейм была перегорожена плотинной, укрепленной пятью насильными быками. Поряд плотинной были вбиты сваи для предотвращения разрушения плотины во время ледохода.

На плотине было сооружено пять мельничных амбаров. В первом из них было



Чертеж мукомольной и суконной мельницы, построенной на р. Сейм у г. Путилы (1662 г.)

опубликовано каждое новое документ подобного рода представляет определен- ный интерес. В данном случае ценность указанного чертежа увеличивается еще тем, что он сохранился в сочетании с описанием, поясняющим изображенное на чертеже.

Чертеж выполнен в красках. Вода изображена на нем голубым цветом, берег и земляные быки плотин — желтым, мельничные здания — белым.

На обороте этого уже нарядно обветшавшего чертежа имеется надпись, свидетельствующая о том, что чертеж был прислан в декабре 1662 г. из Путилы окопичем и военодой Ф. В. Бутурлиным. Аналогичная надпись имеется и на обороте сопровождающего чертеж описания.

установлено три жернова для размол- а зорна и колосо с толчеей. «А на том ко- лесе, — говорится в описании, — четыре ступы, да валило суконное».

Во втором амбаре было установлено шесть жерновов.

Третий амбар, как это видно из чертежа и отмечается в описании, не был закон- чен постройкой. «Третьей амбар, — писал военода Ф. В. Бутурлин, — стоит не по- крыт, а в нем шестеро жерновов лежат не мелют и снасти не аделаны. У того ж амбара заставка порозжан, где быть ко- лесеу толчейному не аделана же».

В четвертом мельничном амбаре было установлено восемь жерновов, причем в описании отмечалось, что четыре из них действуют и размалывают зерно, а четыре — не действуют, так как подины спуски у них промыты водой.

Наконец, в пятом мельничном амбаре было установлено четыре жернова и ко-

¹ Центральный государственный архив древних актов (ЦГАДА), ф. 210. Разр. приказ, Столбцы Белгородского стола, № 1103, лл. 250—257.

⁷ Там же.

лесо с толчеей. «А на том колесе, — говорится в описании, — пять ступ, да два валила суконных. А те все четверы жерновы не мелют и толчей не толкут, потому что водяные снуски вода промыла».

Кроме того, у мельницы со стороны города было построено десять «избенок с сенишками», в которых живут мельники и рабочие люди.

Таким образом, мы видим, что мельница, построенная на р. Сейм, выполняла две основных функции: размол зерна и выделка сукон. Для этого на мельнице имелось большое количество разнообразных механизмов: жерновов, ступ с толчеей и «суконных валил», которые приводились в движение силой падающей воды.

В научной литературе по истории русской техники зачастую дается не совсем точное представление о русских промышленных предприятиях XVII в. Так, Н. И. Фальковский в работе «Москва в истории техники», говоря о мельницах XVII в., писал: «Мельницы с большими водяными колесами обслуживали нередко 2 жернова, а иногда еще толчею, сукноторку, как, например, под Ольшанском в 1693 г.»².

Мы видим, что Н. И. Фальковский дает пример, который может привести к выводу о сравнительно небольших размерах русских мельниц XVII в.

Между тем описание мельницы на р. Сейм ярко свидетельствует о том, каких значительных размеров достигли русские мельницы XVII в. Достаточно сказать, что эта мельница имела 27 жерновов, 9 ступ с толчеей и 3 «суконных валила».

К этому следует добавить, что Н. И. Фальковский приводил в качестве примера сочетания мукомольной мельницы с устройством для выделки сукон мельницу под Ольшанском в 1693 г., тогда как еще в 1662 г. в Путивле на р. Сейм существовала мельница с тремя такими приспособлениями — «суконными валилами».

² Н. И. Фальковский. Москва в истории техники. М., 1950, стр. 220.

К ИСТОРИИ СОСТАВЛЕНИЯ «КНИГИ БОЛЬШОМУ ЧЕРТЕЖУ»

При изучении развития географии в России на рубеже XVI и XVII вв. нельзя пройти мимо замечательного памятника по истории русской науки этого периода — «Книги Большому Чертежу». Составленная в 1627 г. в качестве объяснительного текста к двум, не дошедшим до нас картам — чертежу всего Русского государства, составленному в конце XVI в. и перечерченному в 1627 г., и чертежу южной части Русского государства, так называемого Поля, — «Книга Большому Чертежу» представляет собой первое географическое и частично этнографическое описание Русского государства.

Таким образом, можно сделать вывод, что мукомольная и суконная мельница, существовавшая в 1662 г. на р. Сейм у г. Путивля, являлась одним из крупнейших русских промышленных предприятий XVII в. Масштабы ее в несколько раз превышали другие русские предприятия этого типа, описанные ранее в литературе.

Приложение

Описание мельницы на р. Сейм, присланное в Разрядный приказ из Путивля воеводой Ф. В. Бутурлиным.

16 декабря 1662 г.

«Роспись мельничному чертежу перечисляя».

На реке на Семи мельница от города верстах в дву, заплота через всю реку Семь, а на заплоте пять онбаров.

В первом онбаре з городовую сторону трои жерновы, да колесо с толчеей. А на том колесе четыре ступы, да валило суконное.

В другом онбаре шестеры жерновы. Третьей онбар стоит не покрыт, а в нем шестеры жерновы лежат не мелют и снасти не зделаны.

У того ж онбара заставка порозкая где быти колесу толчейному не зделана ж.

В четвертом онбаре восьмеры жерновы: четверы жерновы мелют, а четверы не мелют, потому что водяные снуски вода промыла.

В пятом онбаре четверы жерновы, да колесо с толчеей. А на том колесе пять ступ, да два валила суконных. А те все четверы жерновы не мелют и толчей не толкут, потому что водяные снуски вода промыла.

Да у той же мельницы з городовую сторону десять избенок с сенишками».

На обороте: «171-го, декабря в 16 день прислал из Путивля околичничей и воевода Федор Васильевич Бутурлин с товарищи».

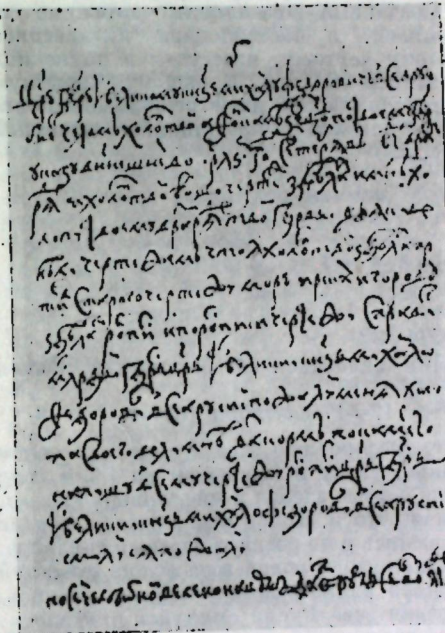
ЦГАДА, Разрядный приказ, Столбцы Белгородского стола, № 1103, лл. 257 — 257 об. — Подлинник.

А. А. Ураносов

дакцией К. Н. Сербиной². «Книге Большому Чертежу» посвящен также целый ряд научных исследований.

Однако во всех этих изданиях, в том числе и в издании 1950 г., отсутствуют какие бы то ни было сведения о составителях «Книги Большому Чертежу». Исключение составляют лишь упоминающиеся в тексте «Книги» имена дяков Федора Лихачева и Михаила Данилова, от которых исходило распоряжение о ее состав-

В первой челобитной, поданной между 12 и 17 сентября 1627 г., А. Мезенцов сообщает, что 12 сентября 1627 г. он «в Разряде... большой чертеж зделал»³. Дальше в тексте челобитной поясняется, какой чертеж имеется в виду. «Мне, холопу твоему, — писал Мезенцов, — в Разряде твои государевы дяки велели чертежем, что и холоп твой зделал против старого чертежу морю и рекам и городам зделати роспись и по росписи чертежи справить...»⁴. Если мы сравним текст этой челобитной с текстом предисловия к «Книге Большому Чертежу», то станет ясно, что речь идет о составленном в конце XVI в. чертеже всего Русского государства, который был перечерчен в Разрядном



Первая челобитная Афанасия Мезенцова

ленин. Ими же исполнители этой выдающейся работы в литературе, посвященной истории создания «Книги Большому Чертежу», до последнего времени оставались неизвестными.

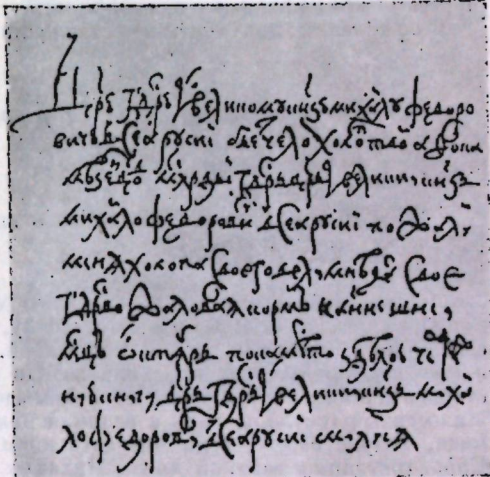
Между тем в Центральном государственном архиве древних актов сохранились два интересных документа, содержащих некоторые дополнительные сведения, относящиеся к истории создания «Книги Большому Чертежу»⁵.

Речь идет о составленных в 1627 г. двух челобитных Афанасия Мезенцова, в которых он просит уплатить ему жалованье за выполняемую им работу по составлению «большого чертежа» и росписи к нему.⁶

² «Книга Большому Чертежу». Подготовка к печати и редакция К. Н. Сербиной. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1950.

³ ЦГАДА, ф. 210. Разр. приказ, Столбцы Севского стола, № 80, лл. 5, 7.

⁴ Следует отметить, что хотя о существовании этих документов было известно



Вторая челобитная Афанасия Мезенцова

приказе в 1627 г. по распоряжению дяков Ф. Лихачева и М. Данилова.

В челобитной А. Мезенцова чертеж, составленный в конце XVI в., назван «старым чертежом». По этому чертежу, или, как говорили в XVII в. и как об этом сказано в челобитной, «против старого

уже давно (см. Описание документов и бумаг, хранящихся в Московском архиве Министерства юстиции, т. XVIII. М., 1913, стр. 107), они не подвергались серьезному научному изучению. В качестве единственного исключения можно указать лишь малоизвестную газетную заметку Г. Хабургаева «Замечательный географ начала XVII века» («Курская правда», № 209 (9871) от 3 сентября 1955 г.), в которой, однако, совершенно отсутствуют ссылки на исковые данные источников и допущен ряд неточностей.

⁵ ЦГАДА, Разр. приказ, Столбцы Севского стола, № 80, л. 5.

⁶ Там же.

чертежу» была сделана роспись, получившая впоследствии название «Книги Большому Чертежу».

В заключительной части своей челобитной Мезенцов просил, чтобы распорядились ему «дать корм покаямо напишу всему чертежу роспись».

Просьба Мезенцова была выполнена: на челобитной есть резолюция, по которой 17 сентября 1627 г. приказано было ему «на корм дати рубль»⁷.

Во второй челобитной, составленной несколько позднее, по-видимому, в октябре 1627 г., Мезенцов просил дать ему «государево жалованья корм на нынешний месяц октябрь покаямо зделую чертежу книгу»⁸.

Из текста этой челобитной видно, что работа по составлению «Книги Большому Чертежу» продолжалась и в октябре 1627 г.

К сожалению, документы о составлении

«Книги Большому Чертежу» на этом обрываются. Каких-либо более подробных сведений о составителе «Книги Большому Чертежу» Афанасии Мезенцове пока нет⁹.

Однако и приведенные данные представляют, на наш взгляд, большой интерес для изучения раннего периода истории географии в нашей стране. Они дают возможность установить, что в 1627 г. русский картограф Афанасий Мезенцов перечертил составленный еще в конце XVI в. чертеж Русского государства и составил к этому чертежу роспись.

Созданный Мезенцовым чертеж не сохранился, а составленная им роспись к этому чертежу, известная в науке под названием «Книги Большому Чертежу», дошла до наших дней в большом количестве списков и представляет огромный интерес.

Приложение

I

Челобитная Афанасия Мезенцова о выдаче ему жалованья за составление «Книги Большому Чертежу»

12—17 сентября 1627 г.

«Царю, государю и великому князю Михайлу Федоровичю всеа Русии бьет челом холоп твой Афонка Мезенцов. По твоему, государь, указу в нынешнем во 136-м году сентября в 12 день в Разряде я, холоп твой, большой чертеж зделал и мне, холопу твоему, в Разряде твои государевы дыки велели чертежем, что я, холоп твой, зделал против старого чертежу морю и рекам и городам зделати роспись и по росписи чертежи справить. Милосердый государь, царь и великий князь Михайло Федорович всеа Русии пожалуй меня, холопа своего, вели мне дать корм покаямо напишу всему чертежу роспись. Царь, государь и великий князь Михайло Федорович всеа Русии смилуйся пожалуй».

Приписка внизу документа: «По сей челобитной велено на корм дати рубль сент[ября] во 17 день».

ЦГАДА, Разрядный приказ, Столбцы Севского стола, № 80, л. 5. — Подлинник.

II

Челобитная Афанасия Мезенцова о выдаче ему жалованья за составление «Книги Большому Чертежу».

Октябрь 1627 г.

«Царю, государю и великому князю Михайлу Федоровичю всеа Русии бьет челом холоп твой Афонка Мезенцов. Милосердый государь, царь и великий князь Михайло Федорович всеа Русии пожалуй меня, холопа своего, вели мне дать свое государево жалованья корм на нынешний месяц октябрь покаямо зделую чертежную книгу. Царь, государь и великий князь Михайло Федорович всеа Русии смилуйся».

ЦГАДА, Разрядный приказ, Столбцы Севского стола, № 80, л. 7. — Подлинник.

А. А. Ураносов.

⁷ ЦГАДА, Разр. приказ, Столбцы Севского стола, № 80; л. 5.

⁸ Там же, л. 7.

⁹ Г. Хабургаев в упоминавшейся выше заметке приводит ряд биографических данных об А. Мезенцове, который являлся, по-видимому, выходцем из Курска. Однако ввиду отсутствия ссылок на источники, как это уже отмечалось выше, трудно полностью согласиться с его точкой зрения, которая пока что является одной из возможных гипотез.

АКАДЕМИК С. Г. СТРУМИЛИН

(К 80-летию со дня рождения)

В феврале 1957 г. научная общественность отметила 80-летие выдающегося советского ученого Станислава Густавовича Струмилина, который внес большой вклад в развитие экономической теории, статистики, практики планирования народного хозяйства и народнохозяйственного учета и одновременно широко известен своими трудами по истории народного хозяйства, истории техники и науки.

Молодые годы С. Г. Струмилина насыщены событиями, типичными для представителей передовой молодежи того времени: неоднократные увольнения из высших учебных заведений по причине политической неблагонадежности, аресты, тюрьмы, высылки на поселение, нелегальная деятельность и, наконец, эмиграция. Летом 1903 г. в Париже происходят первые встречи С. Г. Струмилина с В. И. Лениным — встречи, во многом предопределившие всю его дальнейшую деятельность революционера, публициста и ученого. В качестве делегата Струмилин участвует в Стокгольмском и Лондонском съездах РСДРП.

После Великой Октябрьской социалистической революции С. Г. Струмилин посвятил себя вопросам организации и постановки планирования и учета в молодом Советском государстве.

Он проводил анализ условий и статистики труда, организатором которой в СССР он является. В работах: «Бюджет времени русского рабочего и крестьянина в 1922—23 гг.», «Проблемы квалификации труда», «Заработная плата как фактор производства», «Проблемы экономики труда» нашли освещение многие проблемы, связанные с вопросами труда. Нужно отметить, что первые научные работы (1919—1923), посвященные практическому изучению вопросов производительности труда в социалистическом обществе: «О методах учета производительности труда», «Производительность труда после революции», «Заработная плата и производительность труда в русской промышленности за 1913—1922 гг.», принадлежат С. Г. Струмилину.

Особого внимания заслуживает работа «Наши трудовые ресурсы и перспективы» (1922), в которой приведен ряд блестящих конструктивных расчетов и прогнозных оценок. Это исследование вызвало огромный интерес в СССР и за границей. Помимо методологического значения, указавшая работа позволяет оценить научный прогноз и правильность сделанных С. Г. Струмилиным отдельных расчетов, подтвержденных в значительной мере данными переписи 1939 г.

С 1921 г. С. Г. Струмилин работает



С. Г. Струмилин

в Госплане СССР, ведет большую научно-методологическую и организационную работу как заместитель председателя и член Президиума, заместитель начальника ЦУНХУ, а также как член Совета научно-технической экспертизы и директор Института экономических исследований при Госплане СССР. С. Г. Струмилин является одним из активных участников разработки первого и последующих пятилетних планов.

Накопленные за многие годы обширные материалы и богатый опыт в области сводного планирования и учета С. Г. Струмилин широко использует для теоретических обобщений в области социалистической экономики.

Наряду с огромной организационной и руководящей деятельностью С. Г. Струмилин не прекращает уделять серьезного внимания научно-исследовательской и литературной работе. В 1928 г. им опубликованы очерки советской экономики «Ресурсы и перспективы», в которых он дает анализ экономики России на широком социальном фоне конца XIX и начала XX в. В 1929 г. им опубликована брошюра «Социальные проблемы пятилетки», в которой на ярких примерах доказывалось преиму-

щество социалистического хозяйства перед капиталистическим.

Большим событием в творческой деятельности С. Г. Струмилина явилось избрание его в 1931 г. действительным членом Академии наук СССР. С тех пор Станислав Густавович перенес центр своей научно-исследовательской работы в учреждения Академии наук СССР, не оставляя, однако, и работы в Госплане СССР.

В системе Академии наук С. Г. Струмилин занимает ряд ответственных постов. С 1931 по 1935 г. он состоит председателем Квалификационной комиссии по экономическим наукам. В качестве члена президиума Совета по изучению производительных сил (СОПС) АН СССР он проводит большую научно-исследовательскую работу и руководит Экономическим бюро, организованным по его инициативе и объединяющим экономические работы экспедиций СОПС. Так, важные экономические исследования Карело-Мурманской экспедиции 1935 г. проходят под непосредственным руководством академика Струмилина. Вместе со своим помощником проф. Г. П. Черданцевым он проводит разносторонние исследования в области энергетики, транспорта, промышленности, лесного и сельского хозяйства ряда крупных районов Карельской АССР и Мурманского округа.

В 1935—1936 гг. под руководством С. Г. Струмилина осуществляется изучение экономики Сяпегети. В 1937 г. он возглавляет учрежденную в составе СОПС АН СССР экономическую группу по изучению отдельных народнохозяйственных задач, а в 1938 г. — Комиссию по естественноисторическому районированию Советского Союза, объединившую многих крупных ученых разных специальностей. Эта комиссия способствовала разработке экономических и естественнонаучных основ рационального размещения производительных сил в стране. В годы Великой Отечественной войны С. Г. Струмилин принял большое участие в организации Комиссии по мобилизации ресурсов Урала, Западной Сибири и Казахстана на нужды обороны. Он руководил секцией по сельскому хозяйству, лесу и лесохимии.

В послевоенный период С. Г. Струмилин возглавляет ряд специальных комиссий и руководит работами по трудовым ресурсам, проводимыми экспедициями СОПС на Северном Кавказе и в Поволжье. Одновременно Струмилин как член Совета филиалов и баз АН СССР участвует в создании Киргизского филиала АН СССР и реорганизации Таджикской базы в Таджикский филиал АН СССР.

На протяжении последних десяти лет С. Г. Струмилин возглавляет огромную работу по описанию и комплексной технико-экономической оценке железорудных месторождений СССР, являясь заместителем председателя Межведомственной Постоянной комиссии по железу АН СССР. Следует отметить также работу

академика Струмилина в Комитете по делам труда и зарплаты при Совете Министров СССР, где при его участии разработаны научные основы по межрайонному регулированию заработной платы.

После избрания С. Г. Струмилина академиком он еще более активизирует научную работу, сочетая исследования в разных областях статистики и советской экономики с созданием ряда капитальных работ, посвященных истории экономического развития нашей родины. Так, в период 1932—1940 гг. им были опубликованы работы «Царская мануфактура XVII в.», «Технический прогресс за 300 лет», «Промышленные кризисы в России 1873—1907 гг.» и ряд других трудов по истории и экономике.

Особое внимание С. Г. Струмилин уделяет вопросам истории развития черной металлургии СССР, в частности истории технического прогресса в этой ведущей отрасли народного хозяйства. На основе архивных документов им воссоздается подлинная история строительства и эксплуатации первого на Урале металлургического завода — Каменского. В связи с этим Струмилин изучил интересные материалы о деятельности «железных заводов» и впервые опубликовал «проект железной монополии», представленный «ревельатором» Раевским.

На основе первоисточников С. Г. Струмилин первый разработал и опубликовал примерный подсчет металлофонда России к концу XVI в.

На основе разносторонних архивных данных он выявил моменты перехода кустарного производства железа к заводскому металлургическому производству и установил, что в начале XVIII в. в России, наряду с кустарным, имелось уже и заводское производство.

С. Г. Струмилиным найдены и опубликованы очень интересные данные по истории создания в России доменных заводов концессионерами Виллиусом, Марселисом и Акемой. Автор приходит к выводу, что даже на начальном этапе освоения новой техники и технологии в России были внесены ценные усовершенствования в предложения иностранцев. Так, первая доменная печь, построенная в России в 1640 г., являлась одной из самых высоких в Европе, превосходя даже самые большие в то время шведские и английские печи своей суточной производительностью, равной 100—120 пудов чугуна.

Прекрасно владея методом марксистско-ленинского анализа, С. Г. Струмилин не ограничивается локальным исследованием данной отрасли промышленности, а анализирует явления и сдвиги, происходящие в непосредственной связи с эпохой, с развитием общественных формаций. Первые результаты исследований академика Струмилина опубликовал в 1935 г. в книге «Черная металлургия в России и СССР». В этой работе он с глубоким

знанием технико-экономической базы и поставленных перед металлургией России и СССР задач освещает этапы технического прогресса, а также проблемы темпов и масштабов развития металлургии за 300 лет.

Задачи исследователя истории черной металлургии С. Г. Струмилин понимает глубоко и обширно, марксистски целеустремленно. Надо сказать, что этого принципа С. Г. Струмилин придерживается во всех своих работах, сочетая его со свойственной ему оригинальностью стиля и подхода к изложению темы. Например, при изучении исторического материала о положении рабочих на отдельных этапах развития металлургии им был впервые применен метод бюджетной статистики (бюджеты времени). Этот метод мы находим также во многих его трудах по истории русской промышленности.

На протяжении ряда лет (с 1931 г.) С. Г. Струмилин много занимался историей промышленного Урала, используя для своих исследований огромный материал архивов Свердловска, Москвы, Ленинграда и других городов.

В 1945 г. академик Струмилин публикует работу «Горнозаводской Урал петровской эпохи», в которой отражено не только состояние промышленности Урала, но и преимущественное положение русской металлургии на мировом рынке XVIII в., даже по сравнению с таким мощным конкурентом, каким являлась в то время металлургическая промышленность Англии. К историко-техническим исследованиям необходимо отнести также доклад С. Г. Струмилина на специальной сессии Академии наук СССР — «Урал в прошлом и настоящем».

Работая над историей металлургии, Станислав Густавович одновременно подвергает критическому разбору исследования ряда буржуазных экономистов (Туган-Барановского и др.), дающих неправильное освещение истории развития народного хозяйства в нашей стране. В этом отношении особенно интересна его работа «Промышленный переворот в России» (1944).

Всего в послевоенный период С. Г. Струмилиным напечатано более 30 работ, в которых уделено серьезное внимание вопросам социалистического планирования, а также Уралу, как одному из богатейших районов страны.

В творчестве многих крупных, разносторонне эрудированных ученых всегда можно обнаружить преимущественное тяготение к разработке какой-либо одной темы, вызываемое, с одной стороны, важностью и глубоким знанием того или иного вопроса, а, с другой, — тем эмоциональным удовлетворением, которое приносит ученому непрестанно углубляемая работа в данной области. Вникая в работы С. Г. Струмилина, мы находим, что большинство их посвящено истории труда и

через труд — уровню и движению техники производства в черной металлургии. Специально останавливаясь на вопросах издержек производства и производительности труда, он выявляет технические сдвиги в этой важнейшей отрасли промышленности.

Научая творчество академика Струмилина — одного из крупнейших экономистов нашего времени, — нетрудно прийти к выводу, что неизменно привлекающей его темой является история отечественной черной металлургии. Нам представляется, что эта тема привлекает автора, во-первых, возможностью постановки экономического исследования большой широты и значимости, а во-вторых — тем, что эта отрасль народного хозяйства теснейшим образом связана с производственным базисом, а через него и со всей экономикой страны. Для прогрессивного исследователя, анализирующего исторические сдвиги промышленности России с позиций учения марксизма-ленинизма, последнее обстоятельство имеет бесспорно решающее значение.

Продолая в течение многих лет огромную работу, изучив опубликованные ранее монографии и оригинально обработав большое количество извлеченных из архивов неизвестных документов, С. Г. Струмилин сумел создать исследование по истории металлургии, ценное не только обилием научно-систематизированного и обобщенного материала, но и выводами, интересными как с точки зрения истории черной металлургии России, так и всей истории развития экономических и общественных отношений в стране. Первый том этого капитального исследования, опубликованный автором в 1954 г. под названием «История черной металлургии в СССР», представляет собой фундаментальный труд, охватывающий развитие отечественной черной металлургии за период 1500—1860 гг.

Анализ собранного материала позволил автору доказать несостоятельность заключений ряда дореволюционных и современных историков об искусственном насаждении в России промышленности; о том, что русская мануфактура XVII—XVIII вв. не была мануфактурой в общепринятом значении этого слова, а «крепостной мануфактурой»; о якобы особой роли иностранцев в развитии черной металлургии в нашей стране и т.д.

Большую ценность имеют разделы работы, впервые дающие наиболее полное материалы по динамике производства черной металлургии XVII—XIX вв., по росту техники и производительности труда, изменению цен и росту прибыли заводчиков, наконец, по вопросу о роли внешнего и внутреннего рынков в истории черной металлургии России.

Трудно переоценить деятельность академика Струмилина по подготовке советских кадров в области планирования,

учета и статистики труда. В течение полувека ученый принимает участие в работе кафедр экономических дисциплин в ряде высших учебных заведений: Московском государственном университете им. М. В. Ломоносова (1921—1923), Институте народного хозяйства им. Г. В. Плеханова (1929—1930), Московском государственном экономическом институте (1931—1950) и др.

Советская молодежь вузов, заводов и колхозов хорошо знает и ценит академика Струмилина. Из разных уголков страны молодые ученые и производственники посылают ему на отзыв свои труды, приезжают на консультации. Только в послевоенные годы под руководством

С. Г. Струмилина подготовили и защитили диссертации на степень кандидата наук свыше 20 человек и на степень доктора экономических наук около 25 человек.

За плодотворную научную и государственную деятельность С. Г. Струмилин награжден двумя орденами Ленина и Орденом Трудового Красного Знамени. В 1942 г. ему присуждена Сталинская премия как соавтору работы «О развитии народного хозяйства Урала в условиях войны».

К своему 80-летию юбилею академик Струмилин подходит в полном расцвете творческих сил и таланта.

А. М. Самарин,
Н. С. Шапиро

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

«*Sborník pro dějiny přírodních věd a techniky*», т. II. Praha, 1955, 256 с.
«Сборник по истории естественных наук и техники». Научный редактор Ян Коржан. Изд-во Чехословацкой Академии наук

Как уже сообщалось¹, Комиссия по истории естественных наук и техники при Чехословацкой Академии наук приступила к изданию «Сборников по истории естественных наук и техники». Рецензируемая книга является вторым томом этого издания и состоит из девяти статей и сообщений, двух публикаций и хроник.

Сборник открывается большой статьей научного редактора этого издания проф. Яна Коржана «Наша горная техника в период феодализма», в которой освещено развитие техники добычи полезных ископаемых на территории Чехословакии с XIII в. до начала XIX в. Автор широко известен трудами по истории горной техники и металлургии. Как и в предыдущих работах, Коржан в этой статье основывается на глубоком изучении архивных и литературных источников.

Развитие горной техники в Чехословакии при феодальном способе производства автор рассматривает по следующим периодам. В первый период (с XIII в. до второй половины XV в.) разрабатывались лишь небольшие рудные поля и горная техника находилась на низком уровне, подъем полезных ископаемых и водоотлив осуществлялись примитивными средствами. Рудниками владели «горные товарищества», состоящие из городских предпринимателей. Этот период Коржан называет периодом чешской горной техники. Второй период (со второй половины XV в. до начала XVIII в.) характеризуется появлением водоотливных и подъемных машин, улучшением способов добычи руд, созданием крупных горных предприятий, образованных на основе слияния небольших рудников организацией влиятельных «горных обществ», во главе которых стояли капиталисты, владевшие большими средствами. Этот период автор называет периодом саксонской горной техники. Особенностью третьего периода (с начала XVIII в. до начала XIX в.)

является то, что в это время начали переходить к разработке месторождений, находящихся на значительной глубине. В результате возникла необходимость создания мощных водоотливных и подъемных установок, а также изыскания источников энергии для привода их в движение. Указанный период автор называет периодом словацкой горной техники.

На основе внимательного изучения фактов проф. Коржан правильно определил основные периоды развития горной техники в Чехословакии при феодализме. Однако вызывают сомнения названия периодов, предложенные автором. Дело в том, что развитие техники имеет интернациональный характер: техника создается усилиями народов многих стран, появление работоспособных экономически выгодных машин в одной стране способствует распространению и применению их в других странах. Каждый народ вносит в развитие техники свой национальный вклад. Это наглядно показано на фактах, приведенных в рассматриваемой статье. На стр. 29 Сборника Коржан пишет, что «основной заслугой словацкой горной техники является введение машинного оборудования. Прежде всего это была атмосферная машина, которую для рудников г. Новая Бана сконструировал в 1722—1724-х годах английский механик Исаак Поттер». Далее указывается, что большую роль в развитии словацкой горной техники сыграл механик П. Гелл, создавший в середине XVIII в. оригинальные водостолбовые машины для рудничного водоотлива в Банской Штьявнице.

В первом случае идея паро-атмосферной машины была заимствована из Англии. Что касается водостолбовых машин, то идея их применения возникла в начале XVIII в. во Франции. Однако только Гелл, разработавший свои конструкции, впервые практически использовал их в Словакии. После этого водостолбовые машины стали широко распространяться для рудничного водоотлива в Германии,

¹ «Вопросы истории естествознания и техники», 1956, вып. 1, стр. 297—299.

России и других странах. При этом в каждой стране они получали дальнейшее усовершенствование.

Таким образом, хотя в развитии горной техники в XVIII в. в Словакии было много своеобразия, но назвать горную технику того периода исключительно словацкой, по нашему мнению, будет неправильно.

Вызывает некоторое удивление также утверждение автора (стр. 41) о том, что якобы Агрикола в своем учебнике по горному делу и металлургии «De re metallica libri XII» (1556) описал горную технику, которая не применялась на практике, так как он не имел специального технического образования, а был врачом. В истории техники и науки имеется немало случаев, когда крупнейшие технические усовершенствования и изобретения делались людьми, не имевшими специального технического образования. Следует также напомнить, что в предисловии к своей книге Агрикола писал: «... я разрешил себе благоразумно обойти молчанием все то, чего я сам не видел и не читал или не узнал от людей, заслуживающих доверия. Мною таким образом указано лишь то, что я сам видел и что, прочитав или услышав, сам взвесил».

Во второй статье Ф. Риегер осветил повею, ранее неизвестные рукописи директора телеграфных линий Австрии проф. В. Гинтла, который вместе с профессором Пражского университета Потржиной внес большой вклад в развитие телеграфной связи. На основании этих рукописей и других материалов Риегер пришел к выводу, что дуплексная (двухсторонняя) связь в телеграфии была изобретена этими учеными еще в середине XIX в. (до 1855 г.), в то время как Эдисон к этой же идее пришел только в 1874 г.

В статье «Некоторое рукописное наследие выдающихся естествоиспытателей XIX столетия» Л. Ивац приводит интересные письма В. Баррандо, Э. Пуркине, Ч. Лайбеля, В. Гайдингера, Ф. Гагера, Г. Зегендера и других крупных ученых.

Две статьи посвящены развитию энергетического хозяйства Чехословакии. В одной из них А. Мика остановился на роли Я. Крчины в создании искусственных прудов, имевших большое значение в решении проблемы использования водной энергии в XVI в. В работе Г. Шенка нашла отражение история строительства прудов на горных предприятиях XVIII и XIX вв. и указана их роль в развитии добычи руд в Чехословакии. Автор приводит малоизвестные данные, имеющиеся в документах Горного архива Банской Штьявницы. Особый интерес представляет составленная Шенком сводная таблица технических данных о прудах горных предприятий, в которой имеются размеры плотин, величины напоров, количества расхода воды и т. п.

В следующих двух небольших сообщениях З. Влахова останавливается на

деятельности Йосефа Буловы как пропагандиста дарвинизма в Чехословакии, а З. Горский освещает космологические воззрения проф. Яна Нессениуса, ректора Карлова университета в Праге. Автор отмечает, что хотя Нессениус по своему происхождению и не был чехом, но его деятельность непосредственно связана с развитием науки в Чехословакии. В 1602 г. выдающийся гуманист Нессениус был приглашен в качестве главного придворного врача в Прагу. Вскоре он был избран ректором Пражского университета. С этого времени деятельность Нессениуса была тесно связана с чешским народом. Он принял активное участие в борьбе чешских протестантов против католической лиги за национальную независимость Чехии. 8 ноября 1620 г. после поражения у Белой горы Нессениус был взят в плен и 21 июня 1621 г. казнен.

Известно, что Чехословакия издавна славится производством изделий из стекла. Вопросу возникновения и развития стекольного дела в Словакии до середины XVII в. посвящено сообщение Яна Барты. На некоторых изобретениях, сделанных на Кладненских металлургических заводах, остановился в своем сообщении И. Крулиш. Он осветил деятельность проф. К. Баллинга, по инициативе которого был построен один из первых металлургических заводов в Чехословакии; проф. Ф. Риспела, внесшего ряд интересных предложений в область доменного производства; инженера Дишанска, который первым в стране начал применять бессемеровский процесс, и др.

В разделе «Материалы» М. Коржикова публикует документы о чехословацком ботанике Эммануэле Пуркине (1831—1882).

Как и в первом томе, в настоящем Сборнике имеется специальный раздел «Живые источники». В нем помещена статья К. Глубичека «Последние кузнецы и механические кузницы», в которой дается описание вещественных памятников, относящихся к кузнечным молотам с гидравлическим двигателем.

В рассматриваемом томе много места уделено рецензиям (с 214 по 242 стр. петитом). Всего опубликовано 13 рецензий, из них 8 — на работы, вышедшие в СССР².

² В Сборнике даны рецензии на следующие работы советских авторов: В. Н. Молодой. Учение о патуральных числах в XVIII в. Сб. «Историко-математические исследования», вып. 3, Гостехтеоретиздат, 1950; В. Е. Прудников. П. Л. Чебышев — ученый и педагог. Учпедгиз, 1950; В. Ф. Каган. Лобачевский. Изд-во АН СССР, 1948; П. С. Кудрявцев. История физики, т. I. Учпедгиз, 1948; П. М. Лукьянов. История химических промыслов и химической промышленности, т. I. Изд-во АН СССР, 1948, т. II, 1949; т. III, 1951; Б. Е. Райков. Русские биологи-эволю-

В конце Сборника помещена хроника, в которой рассказывается об опыте составления библиографии по истории техники. В заключение следует еще раз подчеркнуть, что рассматриваемый Сборник со-

держит очень интересные материалы, знакомящие читателей с новыми данными из истории естествознания и техники.

С. В. Шухардин

Л. Л. ГЕЛЬФЕНБЕЙН. *Русская эмбриология второй половины XIX в.* Изд. Харьковского гос. ун-та им. А. М. Горького. Харьков, 1956, 351 с.

О деятельности во второй половине прошлого века крупных представителей русской науки написано немало статей и книг. Благодарной задачей является освещение истории отдельных областей естествознания с целью сопоставления прогресса русской и мировой науки. Применительно к специальной области зоологии — учению о развитии зародыша — эту задачу ставит перед собой автор рецензируемой книги, которому удалось в небольшом по объему сочинении уместить достаточно полный очерк успехов русской эмбриологии за столетие.

Первая глава книги посвящена характеристике расцвета естественных наук, и особенно биологии, в России, начиная с 60-х годов прошлого века; она дает представление об укреплении материалистических традиций в русской биологической науке, выразившихся в активной поддержке эволюционного учения Ч. Дарвина. Эмбриология, особенно то ее направление, которое зародилось в России, стала одной из надежных опор дарвинизма и в дальнейшем сама продолжала развиваться под его плодотворным влиянием.

Предпосылки возникновения эволюционной эмбриологии изложены во второй главе, где идет речь об успехах эмбриологии позвоночных в первой половине прошлого века — успехах, связанных главным образом с деятельностью русских академиков Вольфа, Пандера и Бэра; в этой же главе говорится также о значении клеточной теории, оказавшей большое влияние на развитие эмбриологии, и в особенности о значении эволюционной теории Дарвина.

Третья глава специально посвящена зарождению и первоначальному развитию исторического направления в эмбриологии: в ней раскрывается деятельность творцов эволюционной эмбриологии А. О. Ковалевского и И. И. Мечникова. В отдельных параграфах этой главы освещены основные проблемы эволюционной эмбриологии: теория зародышевых листков; возникновение многоклеточных животных от их одноклеточных предков; наконец, труднейшая теоретическая про-

блема эмбриологии — проблема происхождения среднего зародышевого листка. Заключительный параграф главы содержит беглый очерк развертывания сравнительно эмбриологических исследований в России под влиянием основополагающих трудов Ковалевского и Мечникова. Здесь упомянуты работы киевских, одесских, петербургских, варшавских и севастопольских эмбриологов. Проблемой в этом параграфе является забвение того влияния, которое оказали работы Ковалевского и Мечникова на зоологов Казани, Харькова и особенно Москвы. Необходимо было упомянуть о работах Мельникова, Мейера, Усова, Залеского и Остроумова (Казань).

Автор должен был бы упомянуть и о своих земляках — зоологах-эмбриологах Харьковского университета Масловском и Степанове.

Еще более досадно отсутствие ссылки на связь Ковалевского и Мечникова с московскими зоологами и эмбриологами, группировавшимися вокруг Богданова. Под их непосредственным влиянием в лаборатории Богданова были выполнены работы Тихомирова, Коротиева, Зографа, Ульянина, Насонова, Арсеньева и Раевского.

В предпоследней, четвертой главе, занимающей половину всей книги, в систематическом порядке рассматриваются работы русских зоологов и эмбриологов, посвященные развитию различных представителей животного царства, начиная с губок и кончая позвоночными. Л. Л. Гельфенбейн проделал очень большую работу и привлек чрезвычайно обширный литературный материал, серьезно изучив эмбриологические работы отечественных авторов, разбросанные по многочисленным русским и иностранным периодическим изданиям. Написанный на основе этих материалов очерк научной деятельности русских эмбриологов второй половины XIX в., если и не отличается исчерпывающей полнотой, то все же содержит сведения обо всех наиболее существенных исследованиях.

Последняя глава книги, подытоживающая все ее содержание, характеризует значение русских эмбриологических работ для развития дарвинизма. Общая положительная оценка книги Л. Л. Гельфенбейна, однако, не освобождает рецензента от обязанности остановиться на отдельных ее недостатках. Вся книга написана в приподнятом тоне. Этот торжественный тон, отраженный в бесчисленных хвалебных эпитетах по адресу деятелей отечественной

эволюционисты до Дарвина, 1952, тт. I—II; «Труды по истории техники», 1952, вып. 1, «Открытие и начало разработки угольных месторождений в России». Исследование и документы. Составлено под руководством проф. А. А. Зворыкина, 1952.

науки, в конце концов начинает утомлять, повторяющиеся эпитеты перестают выполнять свое назначение.

Особенно отрицательную роль в этом смысле играют преувеличения. Например, при чтении предисловия можно понять автора так, будто передовые русские ученые перенимали у западноевропейских только «технические приемы и практические навыки научного исследования, методику научной работы» (стр. 3). Неужели же они не могли обнаружить у своих зарубежных коллег ни единой светлой мысли? Все русские естествоиспытатели ставятся на высокий пьедестал, тогда как подавляющее большинство научных работников «буржуазного Запада» оказываются лишенными «обобщающих идей», они обнаруживают «консерватизм, рутинерство, склонность к идеализму, метафизику, голому эмпиризму» (стр. 4). Кроме того, что означает противопоставление России «буржуазному Западу»? Разве Россия конца XIX в. была уже социалистическим государством, а не буржуазной страной с сильным пафосом пережитков феодализма? Если русские естествоиспытатели, по словам автора книги, с кем-нибудь боролись и кого-нибудь критиковали, то их противниками якобы были лишь иностранные ученые, которым дана только что приведенная обобщающая характеристика. Об идеологической борьбе в самой русской науке автор почти не упоминает. Почему бы не сказать, например, что по вопросу о гомологии зародышевых листков, этой основе эволюционной эмбриологии, передовым русским исследователям приходилось сражаться не только с Келликером и Вейсманом, но и с Ганиным, Мельниковым и Степановым; даже сам Мельников не сразу встал на правильную эволюционную точку зрения в этом и некоторых других эмбриологических вопросах. Чуть ли не единственным русским естествоиспытателем-идеалистом, если верить Л. Л. Гельфенбейну, был И. П. Бородин. Однако автор сам приводит письмо А. О. Ковалевского к К. А. Тимирязеву о речи Бородина, в котором Ковалевский вспоминает, как он «с ужасом увидел, что она (речь. — Авт.) встречается громом аплодисментов» (стр. 18). Это значит, что среди русских естествоиспытателей конца XIX в. было много людей, которым речь Бородина пришлась по вкусу. Такие же пивелировка и преувеличения обнаруживаются в суждениях автора о предшественниках Дарвина в России.

Говоря о том отношении, которое встретила теория Дарвина в России и на Западе, автор видит среди зарубежных ученых только противников дарвинизма: Вирхова, Келликера, Оуена, Агассица, Милля Эдвардса и Бронна, он ни одним словом не упоминает в этом контексте о горячих защитниках нового учения — о Гексли, Гукере, Аза Грее, Геккеле, Ф. Мюллере, Гегенбауре, Марионе и многих других

ученых. Это одностороннее освещение разумеется, искажает историческую перспективу.

Во второй главе, говоря о влиянии клеточной теории на развитие эмбриологии, автор некритически повторяет распространенное в последние годы утверждение, что до появления основных работ Шванна и Шлейдена П. Ф. Горянинов высказывал такие же взгляды, как и основоположники клеточной теории.

В следующем параграфе этой главы, посвященном значению теории Дарвина для возникновения эволюционной эмбриологии, в рядах русских дарвинистов автор ставит на первое место И. И. Мечникова, который, по его словам, «во всех своих работах... проявил себя как последовательный дарвинист» (стр. 52). А. О. Ковалевский отодвигается при этом на второй план. Такое утверждение несправедливо вдвойне. Судя по ранним статьям и специальным работам Мечникова, он пришел к последовательной дарвинистской позиции не сразу, тогда как Ковалевский уже в магистерской диссертации «История развития *Amphioxus lanceolatus* или *Branchiostoma lubricum*» (1865) выступил как против антиэволюциониста Катрфажа, так и против антидарвиниста Келликера с защитой последовательного дарвинизма.

Автор лишь бегло (стр. 265—266) останавливается на разногласиях между Ковалевским и Мечниковым по вопросу о закономерностях развития асцидий. Даже из приведенных сведений, по-видимому, нарочито кратких (автору явно очень хотелось бы сгладить эти разногласия), неосведомленный читатель может понять (а читатель, изучавший сочинения Мечникова, отлично знает), что возражения Мечникова Ковалевскому касались не только частностей: Мечников оспаривал самую идею Ковалевского о родстве асцидий с ланцетником и позвоночными.

Взаимоотношения Ковалевского и Мечникова излагаются Гельфенбейном совершенно идилически. Переписка Ковалевского и Мечникова свидетельствует, однако, что это было не совсем так. Нет сомнения, что строго соответствующее исторической правде изложение этих страниц истории эволюционной эмбриологии несколько не умилило бы огромных научных заслуг Мечникова, а только стерло бы с его облика ненужный палат иконописности.

Взаимоотношения Ковалевского и Мечникова с их русскими и зарубежными коллегами в рецензируемой книге также освещены не вполне объективно. Говоря о самобытности и самостоятельности научного мышления и всего научного творчества Ковалевского (стр. 65), автор, впадая в крайность, отказывается видеть какие-либо следы влияния на него Лейдига, Бронна, Ф. Мюллера, Пагенштехера и Лейкарта. К ошибочным воззрениям Бронна Ковалевский, несомненно, относился критически; но влияния на него этого

крупного немецкого зоолога, переведшего на немецкий язык основной труд Дарвина, никак нельзя отрицать нацело. Влияние книги Ф. Мюллера «За Дарвина» на направление работ Ковалевского ставится автором под сомнение только потому, что Ковалевский занялся изучением не ракообразных, объекта работ Мюллера, а других беспозвоночных. Почему же понятие «научное влияние» нужно толковать столь упрощенно?

Зато, переходя к взаимоотношениям Ковалевского и Ножица, автор, ссылаясь на мнение А. Е. Гайсиновича, считает, что этот вопрос «значительно сложнее» и что он до сих пор «остается спорным» (стр. 66). На самом деле никакой сложности этот вопрос не представляет, так как предположение Гайсиновича о влиянии Ножица на Ковалевского опровергнуто самим Ковалевским¹.

В основной главе книги, посвященной названию «Изучение русскими зоологами эмбрионального развития различных групп животного мира», имеются неточности. На стр. 151 автор пишет, что А. Ф. Брандт в работе «*O Rhizostoma Cuvieri Lmk*» «специально осветил и вопросы размножения и эмбрионального развития». В действительности работа Брандта касается только анатомии корнерота и совсем не содержит эмбриологических данных.

Развитие бескишечных турбеллярий Переславцева впервые описала не в 1892 г., а на 7 лет раньше, и тогда же ее наблюдения были подтверждены Репяховым. Сообщение о том, что развитием прямокишечных турбеллярий Мечников занимался в 1865 г. не соответствует действительности. На самом деле в статье «К естественной истории *Rhabdocoela*» эмбриологических наблюдений нет.

В параграфе, где изложена история изучения эмбриологии нематод, пропущена важная работа ученика Ганина О. Натансона. В то же время можно было совершенно не упоминать о Брандте, о котором сказано, что он будто бы «разработал» вопрос о дроблении *Ascaris pigrovenosa* (стр. 164). В работе Брандта содержится совершенно неверные наблюдения.

Непонятно, для чего приводятся описания Ковалевским и Коротневым (стр. 157) aberrantных гребневиков, описание Брандтом строения *Sipunculus* (стр. 182) и морфологическое исследование Насоновым первичнобескрылых насекомых (стр. 237—238) — все эти работы не содержат эмбриологических данных.

В параграфе, посвященном истории изучения эмбрионального развития моллюсков, на стр. 190 сказано, что «большинство эмбриологов было убеждено в том, что у моллюсков... нервная система берет начало не из эктодермы, а из мезодермы».

Однако двумя страницами ниже можно прочитать, что «Ковалевский не опроверг ошибочного взгляда других эмбриологов об энтодермальной природе нервной системы у моллюсков». Здесь же превосходная работа Варнека охарактеризована так, что ее оценка вызывает некоторые недоумения: по словам автора, Варнек применил «чрезвычайно высокую для своего времени технику» и «подробно описал деление ядра». Оба эти утверждения являются несомненным преувеличением; вместе с тем действительная заслуга Варнека, впервые показавшего возможность проследить генеалогию blastomeres и применившего для этого специальные символические обозначения, осталась вне поля зрения автора.

Работы Степанова по развитию пластинчатожабрных и брюхоногих моллюсков оценены неправильно: дело не только в том, что многие наблюдения Степанова оказались ошибочными; важно то, что Степанов выступил противником теории зародышевых листков.

Упоминание о занятиях Урбановича эмбриологией листоногих раков основано на недоразумении; этот ученик Ганина опубликовал превосходную работу по развитию циклопа, затем небольшое сообщение о развитии десятиногих раков.

В отношении изучения эмбриологии скорпиона допущена неоправданная диспропорция: работа Ганина изложена на двух страницах, тогда как содержанию гораздо более важного сообщения Мечникова, в котором было впервые показано наличие зародышевых листков у членистоногих, уделено всего пять строк.

Напрасно сказано, что В. Вагнер занимался эмбриологией пауков, так как его работа вообще не содержит эмбриологических данных.

На стр. 242 цитируются слова Тихомирова: «одна из исследователей... впал прямо в ошибку и описал вместо развития яйца сагитты — развитие яйца какой-то рыбы». Можно было привести этот эпизод, не связывая его с Тихомировым, а заодно уже сказать, что ошибку допустил некто иной, как Ч. Дарвин; в 30-х годах прошлого века такая ошибка была вполне естественна и о ней можно говорить спокойно, не боясь повредить научной репутации Дарвина. В конце этого параграфа (стр. 243), резюмируя важные открытия Ковалевского по эмбриологии щетинко-челюстных, автор пишет, что «позднейшие исследователи — Бюччи, Гертвиг, Доккастер, Журден, В. С. Елпатьевский и др... не внесли ничего принципиально нового». Это, конечно, неверно и особенно несправедливо по отношению к богатым содержанием работам Елпатьевского.

В параграфе, в котором изложена история эмбриологии оболочников, в частности асцидий, вряд ли обоснованно подчеркнута реакция Ковалевского на полемическую статью Бэра, «которая, — как пишет

¹ См. «Письма А. О. Ковалевского к И. И. Мечникову». Изд-во АН СССР, 1955, стр. 145—146.

Гельфенбейн, — по-видимому, причинила в свое время немалое огорчение А. О. Ковалевскому» (стр. 266). Скорее есть основания думать, что Ковалевский отнесся к выступлению Бэра юмористически. 18 января 1874 г. он писал Мечникову: «Не видели ли вы работы Бэра о том, развивается ли асцидия по типу позвоночных или нет? Это, по-моему, курьезная книга — писать о туникатах и не сказать ни слова об исходной форме — аппендикулярных, толковать, что у зародыша *Botryllus* хорда делится на 8 частей; это доказывает, что человек действительно зажился. Его рисунок асцидии так и напоминает дерево, торчащее корнями вверх»².

Последний параграф этой обширной и в целом чрезвычайно содержательной главы, посвященный истории эмбриологии позвоночных, — лаконичнее, а потому и схематичнее других. Здесь чаще, чем в других местах книги, автор прибегает к перечислению фамилий русских эмбриологов, ничего не сообщая о содержании их работ. Так, о развитии представителей целого класса позвоночных, а именно круглоротых, сказано только, что его изучали Ф. В. Овсянников и Н. К. Кольцов. Нельзя не отметить также, что и в этом разделе автор обнаруживает пристрастность. Говоря о Ф. Бальфуре, который при описании перво-кишечного канала не сослался на более ранние наблюдения Ковалевского, автор пишет, что Бальфур «бесцеремонно и совершенно безосновательно приписывает это открытие себе» (стр. 297). Подобный тон для оценки отношения Бальфура к Ковалевскому совершенно недопустим. Из зарубежных эмбриологов 70—80-х годов прошлого века никто не сделал больше Бальфура для пропаганды исследований русских эмбриологов.

² «Письма А. О. Ковалевского к Н. И. Мечникову», стр. 103.

Prof. Dr. GEORG LOCKERMANN. *Geschichte der Chemie*. II. Von der Entdeckung des Sauerstoffs bis zu Gegenwart. Sammlung Göschen. B. 265/265a. Walter de Gruyter et Co Berlin, 1955, 151 S.

ГЕОРГ ЛОККЕРМАН. *История химии*. II. От открытия кислорода до современности. Собрание Гёшен. Кн. 265/265а. Изд. Вальтер де Грюйтер. Берлин, 1955, 151 с. с 16 рисунками.

В настоящее время в Германии выходит новое издание «Собрания Гёшен». В число нескольких десятков книг, выпущенных с 1949 г., имеется и труд Г. Локкермана «История химии». Эта книга предназначена заменить собой старую книгу под тем же названием, принадлежащую Гюго Бауэру и вышедшую в «Собрании Гёшен» в двух частях в 1905 и в 1906 гг.

Первая часть книги Локкермана «История химии. I. От древности до открытия кислорода» была опубликована в 1950 г. Вторая часть включает главы V—VII.

Добросовестность Бальфура не подлежит сомнению; отсутствие ссылки на работу Ковалевского 1867 г. может быть объяснено только тем, что эта работа почему-то осталась Бальфору неизвестной.

Экспериментально-тератологические работы Митрофанова Л. Л. Гельфенбейн оценивает незаслуженно высоко, он приписывает Митрофанову «славу искусного экспериментатора», «одного из основоположников экспериментальной эмбриологии». Все это — явное преувеличение. Эксперименты Митрофанова, приведшие, кстати сказать, к довольно сомнительным результатам, сводились к покрыванию лаком части скорлупы насиживаемых яиц; этот метод задолго до Митрофанова применял Жоффруа Сент-Илер.

Заключительная глава книги, «Значение эмбриологических исследований в развитии дарвинизма», мало удачна. В ней встречаются повторения того, что уже было сказано в других главах, и наряду с этим она содержит сведения, имеющие весьма отдаленное отношение к вопросам эмбриологии животных. Суждения автора о некоторых общепрологических проблемах — соотношении онто- и филогенеза, о теории зародышевой плазмы и некоторых других — поверхностны и не оригинальны: Гельфенбейн не идет дальше приведения цитат из сочинений разных авторов, часто мало авторитетных, иногда заменяя анализ рассматриваемых вопросов наклеивкой примелькавшихся ярлыков.

Приведенные примеры отдельных ошибок, неточностей и других частных неудач не могут изменить общей положительной оценки книги Л. Л. Гельфенбейна. Этот полезный труд, вероятно, потребует переиздания, при котором было бы очень желательно, чтобы автор принял во внимание соображения, высказанные в настоящей рецензии.

Л. Я. Бляхер

указывает даты открытий и крупных историко-химических событий, даты жизни ученых, приводит краткие биографические сведения. Книга поэтому может служить элементарным справочным пособием по истории химии. По-видимому, именно эту цель — создание краткого справочника по истории химии — и преследовал прежде всего автор книги.

При составлении «Истории химии» Локкерман взял за основу план своего предшественника по «Собранию Гёшен» — Гюго Бауэра, разделив книгу на три главы по хронологическому принципу. Этим самым он отверг попытку наметить основные периоды в развитии химии, связанные с потребностями производства, и вместе с тем упустил из виду важнейшие исходные предпосылки, обуславливающие появление и развитие новых направлений в химии.

Очевидно, для Локкермана возникновение и развитие химической атомистики и атомно-молекулярного учения не представляется историческим рубежом, ознаменовавшим начало нового периода в развитии химии. Он придерживается старой традиционной периодизации, введенной еще Вюрцем, Майером и Ладенбургом, считавшими, что новейшая химия начинается с Лавуазье.

Поэтому книга Г. Локкермана много теряет в своей стройности именно из-за того, что автор встал на почву традиционного расположения материала и не попытался выявить осязкой крупнейших периодов в развитии химии с развитием производства.

Естественно, что от краткого курса истории химии, каким является курс Локкермана, невозможно требовать полной повизны исторического материала, привлечения сведений, полученных исследователями по истории химии в новейшее время. Однако мы вправе требовать от современного курса истории химии той степени исторической объективности в изложении материала, которая соответствует современному уровню исследований.

Речь идет о том, что автор, например, отвел специальный параграф «трех великим немецким исследователям» — Либиху, Велеру и Бунзену (стр. 41). Отметим также явное преувеличение материала, посвященного деятельности немецких ученых в ущерб освещению деятельности химиков других наций. Нельзя сказать, что автор не упоминает виднейших деятелей химических наук разных стран, но при этом он стремится как-то оттеснить их на второй план по сравнению с немецкими учеными. Мы приведем примеры только в отношении двух великих русских химиков. Так, говоря о роли Бутлерова в создании теории химического строения, автор лишь мельком указывает, что Бутлерову принадлежит термин «структура» (стр. 67) и ничего более. Автор книги стремится также, явно в ущерб исторической объективности, оттеснить на второй план заслуги Менделеева в открытии периодического закона, отдавая приоритет Мейеру.

Наибольший интерес в книге Локкермана представляет последняя, VII глава, посвященная развитию химии в XX столетии (стр. 103). Автор приводит здесь сведения о новейших открытиях в различных областях химических наук. Однако в изложении этого раздела историческая нить, которая и ранее была слабо заметна, теряется совсем. Эта глава представляет собою, в сущности, хроникальный перечень событий, снабженный лишь лаконичными комментариями.

Отмечая недостатки, свойственные, впрочем, большинству курсов истории химии, вышедших до сих пор, следует все же сказать, что опыт создания краткого курса истории химии Г. Локкерманом заслуживает внимания. Этот опыт показывает, что возможность создания краткого учебника истории химии, соответствующего современным требованиям науки, вполне реальна. Мы можем отметить в заключение, что знакомство с книгой Локкермана будет бесполезно специалистам по истории химии.

Н. А. Фигуровский

«Очерки по истории геологических знаний». Вып. 5. М., Изд-во АН СССР, 1956, 317 с.

В сентябре 1956 г. вышел из печати пятый выпуск сборников «Очерки по истории геологических знаний». Он состоит из следующих разделов: отдельные крупные статьи, краткие сообщения и библиография по истории геологических знаний, посвященная геологии рудных месторождений.

Статьи пятого сборника, как и предыдущих, посвящены самой разнообразной тематике и не связаны между собой общей идеей. Можно лишь условно выделить некоторые группы вопросов, затронутых в отдельных статьях.

К работам, освещающим общие вопросы

истории геологии или охватывающим большой период времени в развитии этой науки, можно отнести статьи А. С. Поваренных, М. К. Коровина и Б. Л. Личкова.

В статье А. С. Поваренных «Минералогическое общество в течение первых ста лет своего существования» достаточно объективно показана деятельность Общества на различных этапах в связи с социально-экономическими условиями страны, а также деятельность отдельных ученых, сотрудничавших в Обществе и внесших свой вклад в развитие минералогии и геологии.

В конце XIX и начале XX в. в России в связи с быстрым развитием промышленности усиленно строились железные дороги. Проводившиеся в это время геологические изыскания имели не только практическое, но и большое научное значение, так как при таких исследованиях выяснялось геологическое строение больших районов, были открыты и изучены новые месторождения полезных ископаемых и т. д. Работы геологов при постройке Сибирской железной дороги подробно освещаются в статье М. К. Коровина «Геологические исследования по трассе Сибирской железной дороги в конце XIX и начале XX века».

Очень интересно написана статья Б. Л. Личкова, посвященная связи научных идей Ф. Ю. Левинсона-Лессинга с современными представлениями о характере колебаний земной коры. Не касаясь воззрений самого автора статьи, которые могут считаться спорными, отметим, что в статье Б. Л. Личкова сделана удачная попытка найти разрешение проблем современной науки в работах ученых предшествующих поколений. Именно в этом, по нашему мнению, заключается одна из важных задач исследований в области истории науки.

К работам общего характера следует также отнести статью А. П. Лебедева «Главнейшие этапы в развитии петрографии в дореволюционной России». Однако эту статью, претендующую на широкий обзор развития целой области науки, нельзя признать удачной. Вызывает возражения принятая автором периодизация. В статье работы по петрографии перечисляются лишь в хронологическом порядке, однако следовало бы выделить в них главные направления. И, наконец, общим недостатком статьи, к сожалению, характерным для многих работ, является отсутствие обзора трудов зарубежных ученых, без чего остается нераскрытой роль русских ученых в развитии петрографии.

Вопросам истории петрографии посвящены еще две статьи сборника: В. М. Куплетского «Классификация изверженных горных пород в России до 1917 года» и А. П. Резникова «А. Е. Лагорио и его роль в развитии петрографии».

В статье В. М. Куплетского подробно рассказывается об истории исследований одного из основных вопросов петрографии — вопроса классификации горных пород. Сообщается классификация трех крупнейших русских петрографических школ: А. П. Карпинского, Е. С. Федорова и Ф. Ю. Левинсона-Лессинга. Статья посвящена развитию петрографии после введения поляризационного микроскопа. Однако нельзя согласиться с утверждением автора о том, что до введения микроскопа «петрографии, как науки, еще не существовало».

Статья А. П. Резникова посвящена научной деятельности одного из видных русских петрографов, профессора Варшав-

ского университета А. Е. Лагорио. В статье Резников касается не выясненного до сих пор вопроса о дате смерти Лагорио, приводя мнения различных авторов, считающих, что Лагорио умер в 1917 и даже в 1898 и 1897 гг. По этому поводу уместно будет сказать, что автором настоящей рецензии также в свое время были предприняты поиски каких-либо документов, свидетельствующих о дате смерти Лагорио. Из письма чл.-корр. АН СССР Н. Н. Яковлева¹, к которому мы обратились и который хорошо знал А. Е. Лагорио, нам удалось установить, что Лагорио был жив еще в 1923 г.

Однако точная дата смерти Лагорио до сих пор остается не выясненной.

Из других статей сборника следует особо отметить прекрасную работу Р. Ф. Геккера «Повесть о палеонтологической середине прошлого столетия». Совершенно необычный стиль этой работы поражает читателя с первых же ее строк. Автор с большим художественным мастерством раскрывает перед читателем мир людей, живших много лет тому назад. Необычайно увлекательно рассказано и о поисках самого Геккера предполагаемой рукописи палеонтолога А. Ф. Фольборта. И, может быть, эта художественно написанная статья, которая читается как увлекательный роман, лучше многих сухих сугубо научных статей покажет читателю, какой интересной работой являются исследования в области истории науки и как необходимо обращаться к таким исследованиям при разрешении самых актуальных научных вопросов современности.

Остальные статьи и краткие сообщения сборника посвящены различным вопросам истории науки и научной деятельности отдельных ученых. Интересна впервые опубликованная статья В. И. Вернадского о Я. В. Самойлове. Интересны также и личные воспоминания А. Н. Заварицкого, С. И. Миронова, В. А. Обручева и Н. Н. Яковлева о К. И. Богдановиче. Однако остается неясным время написания этой статьи. Ведь двоим из авторов (А. Н. Заварицкого и В. А. Обручева) нет уже в живых. Редколлегия сборника следовало бы дать пояснение, почему эта статья не публиковалась ранее.

Очень интересно освещение В. И. Смирновым деятельности Е. С. Федорова в области геологии рудных месторождений. Труды Е. С. Федорова по петрографии, минералогии и кристаллографии широко известны, однако его работы по рудным месторождениям, представляющие большую ценность, остаются забытыми.

Статья А. Н. Граниной, посвященная научной биографии Г. М. Пермикина и его исследованиям месторождений нефрита и ляпис-лазури, сообщения Н. Я. Савелье-

¹ Пользуясь случаем выразить Н. Н. Яковлеву свою глубокую благодарность.

ва о геологической съемке Иртыша и Д. П. Резвого о книге А. Ф. Севастьянова «Геогнозия и наука о горах и горных породах» могут быть использованы как материалы для освещения отдельных вопросов истории геологии.

Общим недостатком почти всех статей сборника (который отмечался и в предыдущих выпусках) является тот факт, что в них почти не использован архивный материал.

Приведенная в конце книги библиография трудов по истории геологии рудных

А. М. ТЕРПИГОВЕВ. *Воспоминания горного инженера*. М., Изд-во АН СССР, 1956, 270 с.

Около 60 лет плодотворной научной и инженерной деятельности посвятил академик А. М. Терпигорев развитию отечественной горной науки и техники. За этот период им написаны капитальные труды по различным областям горного дела. Он является создателем и руководителем крупной школы специалистов в области горного машиностроения. Поэтому понятен тот большой интерес, который вызывает книга академика А. М. Терпигорева.

В первых главах «Воспоминаний» автор описывает жизнь небольшого губернского города Тамбова 80—90-х годов прошлого столетия, в котором проходят его тяжелые детство и юность. Оставшись сиротой, будущий ученый вынужден был зарабатывать на жизнь частными уроками. На полученные таким образом деньги он поступает в Петербургский горный институт.

Это старейшее высшее техническое учебное заведение было основано в 1773 г. Из стен Петербургского горного института вышло много выдающихся деятелей отечественной науки и техники. Во время учебы в Институте Терпигорев слушал лекции таких крупных ученых как А. П. Карпинский, Н. С. Курнаков, И. В. Мушкетер и др. Воспоминания, посвященные этим ученым, представляют большой интерес.

Последующий 25-летний период жизни и деятельности А. М. Терпигорева протекает в Донбассе. Здесь он работает вначале горным инженером на рудниках промышленника Пастухова, затем становится профессором во вновь открывшемся Екатеринославском высшем горном училище.

Главы, посвященные развитию дореволюционного Донбасса, показывают со-

стояние техники, хозяйства и условий жизни горнорабочих.

В настоящей рецензии мы не будем останавливаться на необходимости и полезности издания выпусков «Очерки по истории геологических знаний». Это уже не раз отмечалось в печати. Хотелось лишь выразить сожаление, что в 1956 г. вышел только один очередной выпуск «Очерков». Необходимо издавать эти сборники чаще, не менее двух выпусков в год.

И. В. Батюшкова

стояние техники, хозяйства и условий жизни горнорабочих.

Вторая часть «Воспоминаний» посвящена развитию советской горной промышленности и науки, становлению и росту высшей горнотехнической школы.

Интересные сведения приводит автор в главе «Первый Всесоюзный горный научно-технический съезд» о борьбе мнений при обсуждении дальнейшей технической политики, определении путей и способов механизации угольной промышленности в СССР.

В книге показано, как под руководством Коммунистической партии и Советского правительства горняки нашей страны за короткий срок осуществили настоящую техническую революцию в горном деле. В результате облик Донбасса совершенно преобразился. За годы пятилеток он превратился в крупный центр социалистической промышленности. Приведенные автором цифры наглядно свидетельствуют об этом.

С большой теплотой и сердечностью пишет автор о многолетней совместной работе и дружбе с выдающимися деятелями советской науки и техники — академиками М. А. Павловым, А. А. Скочинским, Л. Д. Шевляковым, И. М. Губкиным, А. П. Карпинским, Г. М. Кржижановским и др.

На протяжении всего изложения автор удачно сочетает личные воспоминания с описанием истории развития отечественной горной промышленности и науки.

Книга академика А. М. Терпигорева представляет большой интерес для широкого круга читателей. Она знакомит нашу молодежь с основами горного дела, пробуждает интерес к этой увлекательной профессии.

В. Пемчинов

■ ОСНОВНЫЕ КНИГИ ПО ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ, ОПУБЛИКОВАННЫЕ В 1956 г.

Работы общего характера
Белькинд Л. Д., Конфедератов И. Я. и Шнейберг Я. А. История техники. М.—Л., Госэнергиздат, 1956, 491 с.

Бернал Д. Наука в истории общества. Пер. с англ. А. М. Вязминой, Н. М. Макаровой, Е. Г. Панфилова. М., Изд-во иностр. лит-ры, 1956, 735 с.

Зубов В. П. Историография естественных наук в России (XVIII в. первая половина XIX в.). М., Изд-во АН СССР, 1956, 576 с.

Очерки по истории техники. Вып. 3. Киев, Изд-во АН УССР, 1956, 150 с. На укр. яз.

Кузнецов Б. Г. Творческий путь Ломоносова. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 380 с.

История физико-математических наук

Воронцов-Вельяминов Б. А. Очерки истории астрономии в России. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 371 с.

Кудрявцев П. С. История физики. Т. 1—2. М., Учпедгиз, 1956; т. 1, 563 с.; т. 2, 487 с.

Лауэ М. История физики. Пер. с нем. Т. Н. Горшштейн. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 230 с.

Гаусс Карл Фридрих. Сборник статей. М., Изд-во АН СССР, 1956, 310 с.

Гильберт Вильям. О магните, магнитных телах и о большом магните — земле. Новая физиология, доказанная множеством аргументов и опытов. Пер. с латинск. А. П. Доватура. М., Изд-во АН СССР, 1956, 411 с.

Крылов А. П. Воспоминания и очерки. М., Изд-во АН СССР, 1956, 884 с.

Штрайх С. Я. Алексей Николаевич Крылов (1863—1945). Очерк жизни и деятельности. М., Воениздат, 1956, 232 с.

Лобачевский Н. И. Три сочинения по геометрии. Геометрия. Геометрические исследования по теории параллельных линий. Пангеометрия. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 415 с.

Об основаниях геометрии. Сборник классических работ по геометрии Лобачевского и развитию ее идей. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 527 с.

Радковский М. И. Александр Степанович Попов. Биографический очерк. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956, 206 с.

Франклин В. Избранные произведения. М., Госполитиздат, 1956, 631 с.

Франклин В. Опыт и наблюдения над электричеством. Пер. с англ. В. А. Алексеева. М., Изд-во АН СССР, 1956, 271 с.

Эйлер Л. Интегральное исчисление. Пер. с латинск. С. Я. Лурье и М. Я. Выгодского. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 415 с.

Эйнштейн А. и Инфельд Л. Эволюция физики. Развитие идей от первоначальных понятий до теории относительности и квант. Пер. с англ. со вступ.

статей С. Г. Суворова. Изд. 2-е. М., Гос. изд-во техн.-теорет. лит-ры, 1956, 279 с.

История энергетики

Развитие электрификации советской страны 1921—1925 гг. Сборник документов и материалов под ред. Н. А. Гладкова. М., Госполитиздат, 1956, 703 с.

История автоматики

Храмой А. В. Очерк истории развития автоматики в СССР. Дооктябрьский период. М., Изд-во АН СССР, 1956, 221 с.

История химических наук

Фигуровский П. А. Замечательное русское изобретение (к 40-летию изобретения угольного противогаса Н. Д. Зелинского). М., Изд-во АН СССР, 1956, 53 с.

Безбородов М. А. М. В. Ломоносов — основоположник научного стеклоделия. М., Промстройиздат, 1956, 115 с.

История географических наук

Белов М. И. Арктическое мореплавание с древнейших времен до середины XIX века. М., «Морск. транспорт», 1956, 592 с.

Лебедев Д. М. Очерки по истории географии в России XV и XVI веков. М., Изд-во АН СССР, 1956, 240 с.

Ковалевский А. П. Книга Ахмеда Ибн-Фадлана о его путешествии на Волгу в 921—922 гг. Харьков, Изд-во Харьк. орд. Труд. Красн. Знамени гос. ун-та им. А. М. Горького, 1956, 347 с.

Харт Г. Венецианец Марко Поло. Пер. с англ. Н. В. Ваникова. М., Изд-во иностр. лит-ры, 318 с.

Федченко А. П. Сборник документов. Ташкент, Гос. изд-во УзССР, 1956, 232 с.

История геологии и горного дела

Горнозаводская промышленность Урала на рубеже XVIII—XIX вв. Сборник документальных материалов. Свердловск, 1956, 298 с.

Малахов Г. М., Шостак А. Г. и Стариков Н. И. История горного дела в Криворожском бассейне. Киев, Гос. изд-во техн. лит-ры УССР, 1956, 342 с.

Очерки по истории геологических знаний. Вып. 5. М., Изд-во АН СССР, 1956, 318 с.

Тихомиров В. В. и Ханн В. Е. Краткий очерк истории геологии. М., Госгеолтехиздат, 1956, 260 с.

Терпигорев А. М. Воспоминания горного инженера. М., Изд-во АН СССР, 1956, 272 с.

История машиностроения и транспорта

Виноградов Р. И. и Минаев А. В. Краткий очерк развития самолетов в СССР. М., Воениздат, 1956, 255 с.

Воздухоплавание и авиация в России до 1907 г. Сборник документов и материалов. М., Оборонгиз, 1956, 952 с.

Виргинский В. С. Жизнь и деятельность русских механиков Черепановых. М., Изд-во АН СССР, 1956, 317 с.

История биологических и сельскохозяйственных наук

Гельфенбейн Л. Л. Русская эмбриология второй половины XIX века. Харьков, Изд-во Харьк. гос. ун-та им. А. М. Горького, 1956, 354 с.

Давиташвили Л. Ш. Очерки по истории учения об эволюционном прогрессе. М., Изд-во АН СССР, 1956, 228 с.

Райков Б. Е. Предшественники Дарвина в России. Из истории русского естествознания (изд. 2, переработ.). Л., Учпедгиз, 1956, 204 с.

Ибн-Сина, Абу Али (Авиценна). Канон врачебной науки. Кн. 2. О простых лекарствах. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1956, 834 с. На узб. яз.

Ковалевский В. О. Собрание научных трудов. Т. 2. М., Изд-во АН СССР, 1956, 300 с.

Райков Б. Е. Валерий Викторович Половцов, его жизни и труды. К сорокалетию со дня смерти. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1956, 330 с.

Сеченов И. М. Избранные произведения, Т. 2, М., Изд-во АН СССР, 1956, 942 с.

Научное наследство. Иван Михайлович Сеченов. Неопубликованные работы, переписка и документы. Т. 3. М., Изд-во АН СССР, 1956, 280 с.

Библиографические указатели

Машкова М. В. и Сокурова М. В. Общие библиографии русских периодических изданий 1703—1954 гг. и материалы по статистике русской периодической печати. Аннотированный указатель. Л., 1956, 139 с.

Сокурова М. В. Общие библиографии русских книг гражданской печати 1708—1955 гг. Аннотированный указатель. Изд. 2, переработ. и доп. Л., Гос. публ. б-ка им. М. Е. Салтыкова-Щедрина, 1956, 283 с.

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

ПЯТИДЕСЯТИЛЕТИЕ СО ДНЯ СМЕРТИ Д. И. МЕНДЕЛЕЕВА

2 февраля 1957 г. исполнилось 50 лет со дня смерти великого русского ученого Д. И. Менделеева. 4 февраля в Московском доме ученых состоялась посвященная этому событию объединенная сессия отделений Академии наук: химических, физико-математических и технических наук; Института истории естествознания и техники АН СССР и Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева.

Во вступительном слове академик А. В. Топчиев осветил разностороннюю научную деятельность Д. И. Менделеева — гениального ученого, общественного деятеля, замечательного преподавателя, всю жизнь посвятившего неустойчивому труду на благо и процветание нашей Родины.

А. В. Топчиев отметил исключительную многогранность великого ученого. Менделеев занимался основными проблемами неорганической, физической, аналитической и органической химии, много сделал в области изучения газообразного и жидкого состояния вещества и для создания теории растворов. Ему принадлежат замечательные труды по нефти, каменному углю, по рудным ископаемым. Менделеев был выдающимся знатоком технологии ряда производств, а также крупнейшим экономистом. Нельзя забывать и его работы в области метеорологии, учения о погоде и во многих других отраслях знания. Движимый желанием лично наблюдать в наиболее благоприятных условиях редкое явление природы — солнечное затмение в 1887 г. Менделеев поднялся на воздушном шаре. Известны работы Менделеева по вопросу освоения Арктики, постройки специальных ледокольных судов для северного морского пути, по искусственному орошению засушливых районов нашей страны, по взрывчатым веществам, удобрениям и т. д. А. В. Топчиев подчеркнул, что по широте и идейному содержанию научной деятельности Менделеева можно сравнить с Ломоносовым.

Идейное содержание научных работ Менделеева и Ломоносова является глубоко-материалистическим. Оба они страстно боролись против рутинных и устаревших традиций в науке, за передовые идеи и теории. Решая важнейшие проблемы науки, оба они постоянно занимались и разнообразными практическими вопросами, решения которых требовала от них Родина.

Величайшим творением Менделеева было открытие им в 1869—1871 гг. периодического закона химических элементов.

С докладом «Великий ученый и патриот — Д. И. Менделеев» выступил доктор химических наук, проф. Н. А. Фигуровский. Он отметил, что многие идеи и мысли Менделеева, которые разделялись и поддерживались лишь немногими современниками, в настоящее время стали общепризнанными в науке и промышленности. Главные открытия Менделеева являются прочной основой современной науки и исходным пунктом для дальнейшего бурного развития естествознания.

Затем Фигуровский осветил жизнь и деятельность великого ученого и дал подробный анализ исследований Менделеева по различным вопросам химии и физики, по нефти и нефтяной промышленности, по каменноугольной промышленности и особенно по теории растворов. В ряде работ Менделеев развил химическую или гидратную теорию растворов, которая, как казалось вначале, противоречила физической теории электролитической диссоциации Аррениуса и Оствальда. Лишь через несколько лет ученые поняли необходимость признания химической теории растворов. Новейшие теории растворов основываются на представлениях, впервые в ясной и полной форме высказанных Менделеевым.

В заключение доклада Н. А. Фигуровский отметил, что, по его мнению, для научной деятельности Менделеева харак-

терны преданность науке и ее интересам, исключительное трудолюбие и, наконец, беззаветный патриотизм. Менделеев говорил о себе, что он принадлежит к тесному кругу русских, отдавших всю жизнь науке¹.

С интересом был прослушан доклад доктора философских наук, проф. Б. М. Кедрова «Научный метод Менделеева».

Докладчик осветил научный метод ученого на материале истории величайшего открытия Д. И. Менделеева — периодического закона. Кедров отметил, что Менделеев свой научный метод называл сравнительным. Заключив работу над «Основами химии» в начале 1871 г., Менделеев писал, что у химических элементов есть два основных измеримых свойства — атомный вес и валентность, а потому «остаётся только один путь к основательному ознакомлению с ними — это путь сравнительного изучения элементов на основании этих двух свойств»². В научном дневнике того же времени Менделеев записал: «Чтобы все объять, надо метод сравнительный, а что выбрать руководящей нитью? — одно: вес и расстояние»³.

Б. М. Кедров дал анализ научного метода Менделеева, подчеркнув его глубину. Это — метод раскрытия всеобщей закономерности связи явлений в какой-либо

¹ Д. И. Менделеев. Толковый тариф 1891. СПб., стр. VIII.

² Д. И. Менделеев. Сочинения, т. XIV. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1949, стр. 906—907.

³ Д. И. Менделеев. Научный архив, т. I. М., Изд-во АН СССР, 1953, стр. 614.

В ИНСТИТУТЕ ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ АН СССР В ученом совете

Заседания Ученого совета Института в 1956 г. и первом квартале 1957 г. были посвящены методологическим проблемам истории естествознания и техники, защите докторских и кандидатских диссертаций, юбилеям выдающихся деятелей науки и техники, а также другим вопросам, связанным с работой Института.

5 июня 1956 г. на заседании Ученого совета Института был заслушан и обсужден доклад директора Института проф. Н. А. Фигуровского об основных направлениях пятилетнего плана научно-исследовательских работ Института на 1956—1960 гг., составленного с учетом важнейших задач, стоящих перед историками естествознания и техники нашей страны.

11 сентября 1956 г. состоялось совместное заседание Института, Секции друзей науки и культуры Франции и научно-технической секции Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное 150-летию со дня смерти выдающегося физика Шарля Огюстена Кулона (1736—

области природы, например в области химических элементов, и рассмотрение с точки зрения этой всеобщей связи отдельных сторон исследуемой области (групп элементов и отдельных элементов).

Заключив доклад, Кедров подчеркнул, что для Менделеева был характерен громадный научный оптимизм. Он был глубоко убежден во всеилии человеческого разума, в его способности к бесконечному прогрессу, к познанию все новых и новых истин.

После доклада Б. М. Кедрова академик С. И. Вольфович огласил «Адрес Германской Академии наук в Берлине Академии наук СССР в связи с пятидесятилетием со дня смерти Д. И. Менделеева», подписанный президентом М. Фольмаром.

В адресе указывается, что идеи Менделеева, сформулированные в «Периодическом законе химических элементов», положили начало новому периоду в развитии химии и в развитии естественных наук вообще.

Периодический закон Менделеева является той основой знаний, без которой было бы немислимо понимание явлений радиоактивности, теории материи и строения атома, а также открытие деления атома.

«Германская Академия наук в Берлине, с большим чувством гордости избравшая в 1900 году Д. И. Менделеева своим членом-корреспондентом, почтено преклоняется перед именем великого исследователя и посылает Академии наук СССР, которая сегодня проводит памятные торжества в честь великого сына своей страны, полные уважения и восхищения приветствия».

К. Е.

1806). После вступительного слова академика И. И. Артоболевского был заслушан доклад канд. физ.-мат. наук О. А. Лежневой о жизни и деятельности Кулона.

25 сентября 1956 г. заседание Ученого совета Института было посвящено итогам работы VIII Международного конгресса по истории наук, состоявшегося с 3 по 9 сентября 1956 г. во Флоренции. С докладом об итогах Конгресса выступил руководитель Советской делегации директор Института проф. Н. А. Фигуровский.

16 октября 1956 г. заседание Ученого совета Института было посвящено обсуждению проекта тематического плана научно-исследовательских работ Института на 1957 г., доклад о котором сделал зам. директора Института Ю. Н. Сорокин.

18 октября 1956 г. состоялось совместное заседание Института и научно-технической секции Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное 25-летию со дня смерти великого аме-

риканского изобретателя Томаса Алва Эдисона (1847—1931). После вступительного слова академика В. И. Дикишина доклад об изобретательской деятельности Эдисона сделал проф. Л. Д. Белькинд.

25 октября 1956 г. заседание Ученого совета секции истории техники было посвящено вопросу о методах исследования в работах по истории техники. Доклад на эту тему сделал проф. И. Я. Конфедератов. Основываясь на указаниях классиков марксизма-ленинизма о методике исторического исследования, он наметил основные пути и методы научного изучения истории техники. Доклад И. Я. Конфедератова вызвал оживленную дискуссию.

22 ноября 1956 г. состоялось совместное заседание Ученого совета Института и Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное 150-летию со дня рождения выдающегося немецкого ученого Юлиуса Вейсбаха (1806—1871).

13 декабря 1956 г. на заседании Ученого совета секции истории техники была обсуждена рукопись «Тетради К. Маркса по технике», подготовленная к изданию канд. истор. наук А. А. Кузным. Эта работа основана на изучении неопубликованных документов архива К. Маркса, среди которых имеются многочисленные записи, касающиеся вопросов развития различных отраслей техники и взаимосвязей ее с развитием общества.

4 февраля 1957 г. состоялась научная сессия, посвященная 50-летию со дня смерти великого русского ученого Д. И. Менделеева (1834—1907).

14 февраля 1957 г. на заседании Ученого совета секции истории техники с докладом, посвященным новейшим направлениям в механизации угледобычи в СССР и за рубежом, выступил директор Гипроуглемаша А. В. Тончиев. Доклад был выслушан с большим интересом и вызвал оживленное обсуждение.

21 февраля 1957 г. состоялось заседание Ученого совета Института, посвященное итогам научно-исследовательских работ Института за 1956 г. С докладом выступил директор Института проф. Н. А. Фигуровский.

27 февраля 1957 г. состоялось заседание, посвященное 100-летию со дня рождения выдающегося немецкого физика Генриха Герца (1857—1894).

Два заседания Ученых советов Института были посвящены защите диссертаций.

14 марта 1957 г. состоялась защита диссертации на соискание ученой степени доктора физико-математических наук старшим научным сотрудником Института Л. С. Полаком.

В диссертации Л. С. Полака на тему: «Вариационные принципы механики, их развитие и некоторые применения в физике (1662—1926 гг.)» показано развитие вариационных принципов механики, играющих основную роль как в математическом ап-

парате классической физики, так и в современной квантовой и релятивистской физике. В качестве официальных оппонентов выступили профессоры Б. Н. Окунев, И. Н. Веселовский и П. С. Кудрявцев. В обсуждении приняли участие профессоры Б. Г. Кузнецов, К. А. Рыбников и Э. Я. Кольман, ст. науч. сотр. О. А. Старосельская-Никитина и проф. Н. А. Фигуровский.

Ученый совет присудил Л. С. Полаку ученую степень доктора физико-математических наук.

21 марта 1957 г. на заседании Ученого совета секции истории естествознания состоялась защита диссертации Л. Л. Зайцевой на тему: «К истории развития учения о радиоактивности в дореволюционной России» на соискание ученой степени кандидата химических наук.

Диссертация Л. Л. Зайцевой, основанная на тщательном изучении источников, в том числе и архивных, посвящена важному и актуальному вопросу о возникновении и развитии учения о радиоактивности.

Официальными оппонентами по диссертации выступили профессоры О. Е. Звягинцев и Б. М. Кедров. В обсуждении приняли участие проф. Н. А. Фигуровский, проф. П. М. Лукьянов, Э. П. Либман и Ю. И. Соловьев.

Ученый совет секции истории естествознания единогласно присудил Л. Л. Зайцевой ученую степень кандидата химических наук.

Научные заседания секторов Института

Во второй половине 1956 г. и начале 1957 г. состоялись научные заседания секторов Института, на которых были заслушаны и обсуждены следующие научные доклады и сообщения.

Сектор истории физико-математических наук

«Операционализм и современная физика» — доклад Т. Н. Горинштейн.

«Баллистические исследования Л. Эйлера» — доклад А. П. Мандрыки.

«Второе начало термодинамики (С. Карно, Р. Клаузиус, В. Томсон)» — доклад У. И. Фрацкфурта.

«Принципы классической физики» — доклад Б. Г. Кузнецова.

«О работах Н. Н. Пирогова по термодинамике» — доклад Б. И. Спасского.

«Физика Леонарда Эйлера» — доклад Л. С. Мищенко.

Сектор истории химических наук

«О новых документах, относящихся к возникновению в России производства синтетической азотной кислоты» — доклад П. М. Лукьянова.

«Роль Авогадро в развитии учения о молекуле» — доклад М. Г. Фаерштейна.

«Основные этапы развития коллоидной химии» — доклад Р. В. Кривокрытовой.

«К 70-летию теории электролитической диссоциации С. Аррениуса» — доклад Ю. И. Соловьева.

«История химии комплексных соединений в России» — доклад О. Е. Звягинцева.

«Учение об электродвижущих силах в гальванических элементах во второй половине XIX в. в связи с развитием учения о растворах» — доклад Е. А. Будрейко.

«Вопросы теории химического строения в работах советских химиков» — доклад Г. В. Быкова.

«Л. Я. Карнов — химик и общественный деятель (1879—1921)» — доклад Д. Ю. Гамбурга.

Сектор истории биологических наук

«Научные связи А. О. Ковалевского с А. Ф. Марионом» — доклад Л. Я. Бляхера.

«История изучения биологических основ искусственного разведения рыб в XVIII—XIX вв.» — доклад П. Н. Скатикина.

«Общебиологические и философские взгляды А. Ф. Самойлова» — доклад Н. А. Григорьян.

«Научные связи И. И. Мечникова с Н. Клейнштергом» — доклад Л. Я. Бляхера.

«О работах А. Д. Галахова по зоологии» — доклад С. Р. Микулинского.

«Из истории изучения ядовитых животных» — доклад П. П. Перфильева.

Сектор истории геолого-географических наук

«Развитие автоматического нивелирования в СССР» — доклад О. А. Данилова.

«К истории океанографии» — доклад А. П. Плахотника.

«Неопубликованное письмо А. Гумбольдта к М. Ф. Соймонову» — сообщение В. А. Есакова.

«Предмет и метод истории географии» — доклад Г. С. Тихомирова.

Сектор истории металлургии и горной техники

«Предварительные данные о местонахождении Тульских металлургических заводов первой четверти XVII в.» — сообщение П. Н. Стосковой.

Сектор истории энергетики, электротехники и связи

«Исследование свойств водяного пара в XIX в. в связи с развитием теплотехники» — доклад Л. П. Комарова.

«Из истории гидроэнергетики» — доклад Ф. Я. Нестерука.

«К истории развития высоковольтных разрядников» — доклад Л. Г. Давыдовой.

«История радиопередающих устройств» — доклад В. М. Родинова.

Сектор истории машиностроения

«Основные этапы развития техники передачи механической энергии» — доклад Л. И. Уваровой.

«История обработки металлов давлением» — доклад В. Г. Шальнева.

«История литейного производства» — доклад Н. Н. Рубцова.

«История обработки металлов резанием» — доклады Ф. Н. Загорского и А. И. Черепнева.

В Ленинградском отделении

Во втором полугодии 1956 г. на заседаниях Ученого собрания были заслушаны и обсуждены ряд докладов и сообщений:

«Р.-Ж. Гаюи и его научные связи с русскими учеными» — доклад И. И. Шафрановского и Н. М. Раскина.

«Первая русская книга о резании металлов на станках» — доклад Ф. Н. Загорского.

«Из истории производства цемента во второй половине XVIII—начало XIX вв.» — доклад И. Л. Значко-Яворского.

«Из истории изобретений геодезических приборов-автоматов» — доклад В. И. Грязнова.

«Академик Э. Г. Лаксман и его неопубликованная переписка» — доклад Н. М. Раскина и И. И. Шафрановского.

«Н. Тесла и развитие электротехники переменного тока» — доклад Б. Н. Ржонсницкого.

«Изобретение Г. В. Рихманом первого электро-измерительного прибора» — доклад А. А. Елисеева.

«О работах VIII Международного конгресса историков науки во Флоренции (3—9 сентября 1956 г.) и участии в нем советских ученых» — сообщение В. П. Зубова.

«К 30-летию со дня пуска Волховской ГЭС им. В. И. Ленина» — сообщение Б. Н. Ржонсницкого.

«Академик Г. И. Гесс — выдающийся педагог и методист» — доклад Б. Я. Розена и К. В. Шкурко.

«Е. Г. Челнев — изобретатель искусственного романцементы» — доклад И. Л. Значко-Яворского.

«Е. С. Федоров и В. И. Вернадский» — доклад Н. М. Раскина и И. И. Шафрановского.

А. У., М. Э. и Т. Д.

ТРЕТЬЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ АСПИРАНТОВ И МЛАДШИХ НАУЧНЫХ СОТРУДНИКОВ ИНСТИТУТА ИСТОРИИ ЕСТЕСТВОЗНАНИЯ И ТЕХНИКИ ДАН СССР

В течение трех дней, 27, 28 и 29 ноября 1956 года, в Институте истории естествознания и техники АН СССР, по примеру прошлых лет, проходила научная конференция аспирантов и младших научных сотрудников Института и его Ленинградского отделения.

На пленарном заседании и заседаниях секций истории физики, истории геодезии и географии, истории биологии и истории техники было заслушано 26 докладов.

Разнообразие тематики докладов свидетельствует о широких научных интересах молодых специалистов Института. При подготовке своих докладов участники конференции использовали большое количество архивных и литературных источников, а также патенты. Следует отметить и тот факт, что преобладающая часть докладчиков широко привлекала в своих исследованиях иностранную научную литературу.

Конечно, не все доклады равноценны по научному уровню и по стилю изложения. Некоторые докладчики еще недостаточно умело обобщают факты. Но это не умаляет ценности сообщений, так как большинство из них освещает ранее неизвестные факты из истории науки и техники.

Остановимся кратко на характере докладов и их тематике.

Л. А. Глебов рассмотрел развитие квантовой теории из классических представлений и показал, что некоторые положения квантовой теории содержатся в скрытом виде в предшествующих им классических теориях.

П. И. Зюков в результате длительной работы над научным наследием академика В. Б. Голыцина дал подробную характеристику его исследований по термодинамике и электричеству.

В. Г. Баклаев посвятил свой доклад анализу статистической теории Больцмана.

В докладе Л. П. Комарова была наглядно показана огромная роль научных исследований водяного пара, проведенных русскими и зарубежными учеными, для создания более совершенных паровых машин.

С докладом «К вопросу об истории публикации работ Л. Эйлера по теории чисел» выступила Г. П. Матвиевская (Ленинград). Изучая фонд Эйлера, хранящийся в Архиве Академии наук, она выявила большое количество ранее неизвестных материалов, характеризующих его научную деятельность.

Н. И. Невская (Ленинград) осветила малоизвестные факты из жизни и деятельности русского астронома А. Д. Красильникова, который участвовал в Великой северной экспедиции и определил географические координаты ряда пунктов на про-

матных территориях Восточной Сибири и Камчатки.

Анализу работ русских физиков и химиков XIX в. в области электрохимии водных растворов и борьбе между сторонниками химической теории растворов, разработанной Д. И. Менделеевым, и физической теории растворов, выдвинутой С. Арренiusом, был посвящен доклад Е. А. Будрейко.

О. И. Павлова провела детальный анализ работ ученых начала XIX в.: Пикольсона, Карлейля и Крюкшечка (Англия), Кортума (Польша), Брунцелли (Италия), Грюндера и Бёкмана (Германия), Гаана (Швеция), исследования которых явились первым опытом электроосаждения металлов и сыграли существенную роль в дальнейшей разработке теории и практики гальваностегии.

В докладе И. А. Федосеева «К истории дискуссии о гидрологической и климатической роли леса» были подробно рассмотрены взгляды Воейкова, Боголепова, Докучаева, Костычева, Высоцкого, Анучина и ряда зарубежных ученых о влиянии леса на климат, а также на реки и грунтовые воды.

Развитию опорных сетей для обоснования топографических съемок в России посвятила свой доклад З. К. Новокшанова.

Как известно, в 1957 г. начался Международный геофизический год, являющийся крупным событием в мировой науке. Поэтому вполне понятно то внимание, с которым был встречен доклад Х. А. Колесовой «К истории проведения Международного геофизического года», осветивший малоизвестные факты об исследованиях, осуществленных учеными разных стран в период I и II Международных полярных годов.

В. Н. Федчина сообщила об эволюции географической карты равнинной территории Средней Азии и о вкладе китайских, арабских, среднеазиатских, европейских и русских путешественников и ученых в изучение и картографирование Центральной части Средней Азии.

Н. Г. Сухова (Ленинград) посвятила свой доклад разбору географических воззрений выдающегося лесоведа-географа конца XIX и начала XX в. Г. Ф. Морозова.

В своем сообщении А. И. Алексеев привел новые данные о крупнейшем ученом, гидрографе и картографе первой половины XVIII в. А. И. Нагаеве, который провел большие работы по составлению атласа и лоций Балтийского моря и карт Дальнего Востока.

Ряд неизвестных сторон биографии крупного русского ученого, общественного и государственного деятеля первой полови-

ны XVIII в. И. К. Кирилова, составившего двухтомное статистическое и экономико-географическое описание России, осветила в своем докладе М. Г. Повлянская (Ленинград), использовавшая архивные материалы Центрального государственного архива древних актов и других архивохранилищ.

По истории биологии на Конференции было заслушано четыре доклада аспирантов Института.

Н. Г. Рубайлова в своем сообщении осветила проблемы гибридизации животных в трудах биологов XVIII в.: Бюффона, Спалланцани, Бонна, Палласа.

В докладе Э. Н. Мирзояна «Идея управления ростом и развитием сельскохозяйственных животных в отечественной зоотехнической литературе и практике XVIII в.» были рассмотрены работы В. Левшина, И. Андреевского, Н. Новикова, Ф. Удалова, Л. Эвста и других русских зоотехников.

О роли К. Э. Линдемана в изучении насекомых-вредителей пшеницы и в разработке мер борьбы с ними в России (60—80 гг. XIX в.) доложила Л. В. Чеснова.

Аспирантка В. Н. Новикова свой доклад «К истории промышленного использования деятельности нитрифицирующих бактерий» построила на основании изучения большого количества старинных литературных источников. Рассматривая примеры из истории селитроделия, она установила, что еще задолго до появления научных изысканий люди интуитивно, на основании длительного опыта, создавали благоприятные условия для деятельности нитрифицирующих бактерий в процессах получения селитры, не зная об их существовании.

По истории различных отраслей техники были заслушаны интересные доклады, в которых приводились новые факты. Итогом большой исследовательской работы явился доклад В. Н. Сокольского, в котором рассмотрено развитие норм прочности самолетов в Англии, Германии, Ита-

лии, СССР, США и Франции. В докладе прослежена взаимосвязь летных данных самолета с требованиями, предъявляемыми к прочности конструкции.

В докладе о первых исследованиях крыльев самолетов (1870—1901 гг.) на основе анализа работ отечественных и зарубежных ученых Н. М. Меркулова показала, что к началу XX в. были получены важные результаты, позволившие практически решить задачу полета и подготовившие почву для создания теории крыла.

О развитии методов тягово-теплотехнических испытаний локомотивов сделала доклад С. А. Шлыкова. В докладе была показана взаимосвязь развития тягово-теплотехнических испытаний с проблемами, стоявшими перед железнодорожным транспортом в отдельные периоды его развития.

П. А. Надальек в своем докладе показал историю развития одноковшовых экскаваторов и проследил основные тенденции в их развитии.

Истории развития гидравлического способа подземной добычи угля был посвящен доклад В. П. Немчинова, в котором были рассмотрены основные этапы развития, современное состояние и перспективы этого прогрессивного метода, впервые нашедшего применение в СССР.

В докладе Е. М. Малова «Из истории кардочесания хлопка в XIX в.» дан анализ развития конструкций разнообразных типов кардочесальных машин.

В докладе Л. М. Костинова была освещена история создания железобетона как нового строительного материала. В докладе приведены первые патенты и дан анализ конструкций из железобетона Уилкинсона, Коанье, Монье, Уорда и Гиатта.

В прениях по докладам выступило более 50 участников конференции, которые сделали ценные замечания и дополнения.

Доклады опубликованы отдельным сборником.

М. М.

СТОЛЕТИЕ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ГЕНРИХА РУДОЛЬФА ГЕРЦА

22 февраля 1957 г. исполнилось 100 лет со дня рождения выдающегося немецкого физика Генриха Рудольфа Герца (1857—1894).

Своими работами в области электродинамики Герц внес величайший вклад в сокровищницу человеческих знаний о природе. Он первым экспериментально подтвердил существование предсказанных Фарадеом и Максвеллом электромагнитных волн, нашел практические способы их получения и обнаружения и серией тонких опытов, проведенных в 1886—1889 г., установил, что световые и электромагнитные волны подчиняются одним и тем же законам. Пользуясь сравнительно несложной аппаратурой: своим генератором

электрических колебаний высокой частоты и обнаруживающим эти колебания приемником-резонатором, Герц изучил свойства отражения и преломления электромагнитных волн и опытным путем определил скорость их распространения в пространстве. Он нашел, как это и предполагал Максвелл, что электромагнитные волны распространяются со скоростью света.

Наряду с этим крупным открытием много и других значительных исследований оставил этот замечательный физик.

Имя Герца пользуется широкой известностью в нашей стране, и его дело нашло в России многих талантливых продолжателей.

Советские ученые свято чтут память великого человека.

Научная общечеловечность Москвы, Ленинграда и других городов торжественно отметила знаменательную юбилейную дату.

В конференц-зале Президиума Академии наук СССР состоялось (27 II 1957 г.) совместное заседание Института радиотехники и электроники, Физического института им. П. Н. Лебедева, Института истории естествознания и техники, Радиосовета АН СССР, Всесоюзного научно-технического общества радиотехники и электросвязи им. А. С. Попова и Всесоюзного общества культурной связи с заграницей, посвященное памяти Герца.

Яркой речью открыл заседание академик Б. А. Введенский. Доклад о жизни и деятельности Герца, сопровождавшийся демонстрацией его опытов, сделал доктор технических наук, проф. А. Г. Аренберг. Выступивший после докладчика чл.-корр. АН СССР Б. Н. Петров рассказал собравшимся о посвященном памяти Герца за-

седании в Берлинской академии наук, участником которого он являлся в качестве делегата Академии наук СССР.

Юбилейную дату отметило (19 II 1957 г.) и Ленинградское отделение Института истории естествознания и техники АН СССР совместно с Ленинградским отделением Всесоюзного научно-технического общества радиотехники и электросвязи им. А. С. Попова.

Заседание открыл проф. К. К. Баумгардт. С докладом о жизни и деятельности Генриха Герца выступил доктор технических наук, проф. И. Г. Кляцкин. Сообщение на тему «Труды Герца и современное состояние теории электромагнитных волн» сделал кандидат технических наук Г. И. Макаров.

Многие журналы также откликнулись на это событие и опубликовали статьи о творчестве замечательного немецкого физика.

В. Т.

75-Я ГОДОВЩИНА МЕЖДУНАРОДНОГО ЭЛЕКТРОТЕХНИЧЕСКОГО СЪЕЗДА 1881 г.¹

30 мая 1956 г. в Париже состоялось торжественное заседание, посвященное семьдесят пятой годовщине со дня созыва первого Международного электротехнического съезда, состоявшегося в Париже в 1881 г. Это заседание было организовано французским Министерством почт и телеграфов, Национальным управлением электрических сетей и Французским обществом физиков. Председательствующий министр торговли и промышленности Лемер огласил порядок заседания, в повестку дня которого был включен ряд докладов.

Почетный директор Центральной лаборатории электропромышленности Луи Сартр подчеркнул значение съезда 1881 г. в разработке международной системы электрических единиц. Докладчик указал также на важную роль, которую сыграла Международная электротехническая выставка 1881 г., где были в частности экспонированы установка Депре, впервые показавшая практическую возможность передачи электроэнергии на расстоянии, динамомашинка Грамма, свечи Яблочкова, лампы Эдисона. Докладчик привел также сведения мандатного характера о составе Международного съезда 1881 г. На съезде присутствовало 250 делегатов, представлявших 28 стран; русскую делегацию возглавлял известный ученый-физик, академик Э. Х. Ленц.

¹ По материалам «Commémoration du soixante-quinzième anniversaire du Congrès International des électriciens de 1881». Réunion solennelle du mercredi 30 mai 1956 (Paris).

Председатель Международной электротехнической комиссии Поль Дюносо посвятил свое выступление анализу той части работ съезда 1881 г., которая привела к созданию международных стандартов для напряжений, частоты тока, а также стандартов на материалы и сечения проводов, мощности ламп накаливания и т. д. Докладчик указал, что утверждение съездом этих единых норм явилось весьма своевременным, так как бурное развитие электротехники в 80-х годах XIX в. требовало унификации электротехнических величин и параметров оборудования.

Ришар Лангуа-Бертло, инженер Совета Всеобщей компании электричества, обстоятельно осветил прогресс промышленного применения электротехники за последние 75 лет. Докладчик кратко остановился на основных этапах развития производства, трансформации, передачи и потребления электрической энергии, затронув также вопросы электрометаллургии, применения электроэнергии на транспорте и вопросы электрического освещения. Большое значение, сказал докладчик, имели работы съезда по выработке наиболее рациональных предположений, касавшихся промышленного распределения электрической энергии. Дискуссия о выборе рода тока — постоянного или переменного — для промышленной передачи электроэнергии была характерной для того периода и отражала происходившую в то время борьбу двух принципиально различных точек зрения на эту важнейшую проблему всей электротехники. В заключение докладчик привел доводы, свидетельствующие о преимуществах канализации электроэнергии переменным током, что было под-

тверждено всем последующим развитием электротехники, отметив, что экономический эффект такой передачи может уменьшаться при дальнейшем повышении напряжения в сети, что вновь ставит вопрос о применении в подобных системах передачи постоянного тока.

В докладе главного инженера почт, телеграфов и телефонов Поля Марзена был подведен итог совершенствованию техники электросвязи и сигнализации за период с 80-х годов XIX в. до наших дней. Указав на интерес, проявленный съездом 1881 г. к вопросам электросвязи (телеграфа и телефона), докладчик отметил, что детальная разработка проблем техники электросвязи была продолжена на телефонно-телеграфных конференциях 1908—1910 гг., которые руководствовались в своей работе принципами, сформулированными на Международном съезде 1881 г. Технический прогресс в проводной связи характеризовался совершенствованием методов дальней связи, внедрением телефонных трансляций, катушек Пупина и т. п. Докладчик подробно рассказал о строительстве французских линий дальней связи, начиная с первой линии Париж — Лион, сооруженной в 1879 г., и довел свой обзор до последней коаксиальной кабельной линии, позволяющей вести 960 телефонных разговоров одновременно.

Значительную часть своего доклада Поль Марзен посвятил трансатлантической

телеграфии и телефонии, а также развитию конструкций кабелей для проводной связи. В конце доклада был освещен вопрос об историческом развитии и современном состоянии автоматических телефонных станций различных систем.

Р. Шмидт в своем докладе отметил, что Международный съезд 1881 г. положил начало научно-техническому сотрудничеству электротехников различных стран. В последующие годы, сказал докладчик, проходил ряд международных съездов и конференций, еще более укрепивших это сотрудничество. Так, съезд 1906 г. в Сен-Луи, привел к созданию Международной электротехнической комиссии, в которой были представлены свыше 40 стран; 1921 г. был ознаменован учреждением Международной конференции магистральных электрических сетей. Эти международные организации электротехников содействовали обмену опытом и способствовали техническому прогрессу электротехники в разных странах.

Заключительную речь на торжественном заседании произнес председатель Французского общества электротехников Робер Жибра, подчеркнувший большое значение Международного электротехнического съезда 1881 г. и других международных съездов электриков в развитии всех отраслей электротехники.

Л. К.

150 ЛЕТ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ЮЛИУСА ВЕЙСБАХА

26 сентября 1956 г. в г. Фрейберге (ГДР) в Горной академии состоялось торжественное собрание, посвященное 150-летию со дня рождения Юлиуса Вейсбаха. На этом собрании присутствовали работники министерств, институтов, представители общественных организаций, а также члены делегации ГФР. Вступительную речь произнес ректор Горной академии О. Мейссер. С большим вниманием собравшиеся заслушали воспоминания о Вейсбахе профессора Горной академии О. Фритце.

После официального торжества все участники собрания посетили выставку в Институте машиноведения, где были представлены труды Вейсбаха, а также приборы, при помощи которых он исследовал законы гидравлики. В лаборатории испытания машин был показан гидравлический аппарат Вейсбаха. Здесь выступил доктор Хесслер — представитель немецкого Общества ассоциации инженеров. Первым почетным членом этого общества в 1860 г. был избран Ю. Вейсбах.

В Москве 22 ноября 1956 г. Институт истории естествознания и техники АН СССР совместно с ВОКС'ом также торжественно отметили эту дату. После вступительного слова академика И. И. Артоболев-

ского чл.-корр. АН СССР П. Я. Полубаринова-Кочина сделала доклад «Юлиус Вейсбах как механик», в котором она отметила, что имя Вейсбаха хорошо известно гидравликам всего мира. Его творчество было целеустремленным и вместе с тем разносторонним; вся его деятельность была связана с Фрейбергской горной академией.

Русские инженеры проявляли большой интерес к работам Вейсбаха, многие его статьи переводились на русский язык и печатались в «Горном журнале» и «Журнале путей сообщения». Основной труд Вейсбаха «Lehrbuch der Ingenieur- und Maschinenmechanik», неоднократно переиздававшийся во многих странах, с 1859 по 1865 г. был в трех томах издан в России под названием «Теоретическая и практическая механика».

Вейсбаху принадлежит заслуга установления тесной связи между наукой и техникой, внедрения математики и механики в инженерное дело, в горную технику и в маркшейдерское искусство.

На собрании С. В. Шухардин сделал доклад «Работы Ю. Вейсбаха в области горного дела», в котором было отмечено, что трудами Вейсбаха широко пользовались в России. По представлению русских академиков Якоби, Ленца и Гельмерсена,

Юлиус Вейсбах в 1855 г. был избран иностранным членом-корреспондентом Петербургской Академии наук.
Собравшиеся с большим интересом оз-

накопились с выставкой трудов Вейсбаха, организованной Центральной политехнической библиотекой.

Е. В.

ПАМЯТИ ВЫДАЮЩИХСЯ УЧЕНЫХ

Б. Н. ЮРЬЕВ



Б. Н. Юрьев

14 марта 1957 г. на шестьдесят восьмом году жизни скончался член Ученого совета Института истории естествознания и техники, крупнейший советский ученый, заслуженный деятель науки и техники РСФСР, дважды лауреат Сталинских премий, генерал-лейтенант инженерно-технической службы, академик Борис Николаевич Юрьев.

Б. Н. Юрьев — один из ближайших учеников Н. Е. Жуковского — около 50 лет жизни посвятил развитию авиационной науки и техники.

Научно-исследовательскую и изобретательскую деятельность в области авиации Юрьев начал в 1909 г. в воздухоплавательном кружке Московского высшего технического училища, еще будучи студентом второго курса. В 1910 г. он разработал совместно с Г. Х. Сабининым новую, получившую широкое признание теорию воздушных винтов. В том же году Б. Н. Юрьев предложил схему одновинто-

вого вертолета и изобрел автомат-перекос. Вопросы теории, расчета и конструирования винтокрылых летательных аппаратов занимали ведущее место в деятельности ученого. Юрьев был виднейшим специалистом советского вертолетостроения, создателем первых вертолетов в СССР. Разработкой новейших конструктивных схем вертолетов для оборонных и народнохозяйственных целей он занимался до последних дней жизни.

Б. Н. Юрьев был одним из основоположников советской экспериментальной аэродинамики, руководителем проектирования и организатором ряда важнейших аэродинамических лабораторий Советского Союза. Он участвовал в создании Центрального аэрогидродинамического института им. Н. Е. Жуковского, а затем в течение многих лет работал в этом Институте.

Академику Юрьеву принадлежит ряд капитальных работ по важнейшим проблемам аэрогидродинамики.

Диапазон научных интересов ученого был исключительно широк. Он очень удачно сочетал в своей работе сложные теоретические исследования с созданием доступных инженерных методов расчета, с разработкой оригинальных авиационных конструкций.

Б. Н. Юрьев был выдающимся педагогом, одним из организаторов высшего авиационного образования в нашей стране. Он в течение ряда лет руководил подготовкой авиационных специалистов в Московском высшем техническом училище, принимал непосредственное участие в создании Военно-воздушной инженерной академии им. Н. Е. Жуковского и Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе, был профессором и заведующим кафедрами этих крупнейших авиационных учебных заведений. Многие поколения авиационных инженеров и летного состава военно-воздушных сил Советской армии учились и учатся по прекрасным учебникам, написанным академиком Юрьевым.

За 40 лет педагогической деятельности в вузах Б. Н. Юрьевым подготовлено большое количество специалистов в области авиации, успешно работающих на заводах, в конструкторских бюро, научно-исследовательских институтах и учебных заведениях; среди учеников Б. Н. Юрьева немало заслуженных деятелей науки и

техники, главных конструкторов, профессоров.

Более 20 лет Б. Н. Юрьев был членом Высшей аттестационной комиссии Министерства высшего образования.

В течение ряда лет Юрьев был членом Бюро Отделения технических наук АН СССР, заместителем Академика-секретаря Отделения технических наук Академии наук, членом Ученых советов ряда научно-исследовательских институтов и вузов.

Особо следует отметить глубокий интерес ученого к вопросам истории науки и техники. Ему принадлежат важные историко-технические исследования в области авиации. Б. Н. Юрьев вел и большую организаторскую работу, возглавляя долгое время Комиссию по истории техники Отделения технических наук АН СССР. Он принимал самое активное участие в работе

Института истории естествознания и техники АН СССР.

Большую работу Юрьев проводил во Всесоюзном обществе по распространению политических и научных знаний, являясь членом правления Общества. Будучи блестящим лектором, ученый в своих выступлениях и брошюрах широко пропагандировал научно-технические знания.

Заслуги Б. Н. Юрьева были высоко оценены Советским правительством. Он был награжден двумя орденами Ленина, орденом Отечественной войны I степени, орденом Красной Звезды и медалями.

Память о Борисе Николаевиче Юрьеве, замечательном ученом, обаятельном человеке, навсегда сохранится в наших сердцах.

Н. С.

М. А. ШАТЕЛЕН

31 января 1957 г. на девяносто втором году жизни скончался известный историк техники, старейший русский электротехник, заслуженный деятель науки и техники, член-корреспондент Академии наук СССР, Герой социалистического труда Михаил Андреевич Шателен.

М. А. Шателен всю свою многолетнюю творческую деятельность посвятил созданию и развитию отечественной электротехники и во многом содействовал техническому и культурному прогрессу нашей Родины.

Шателен был одним из основоположников высшего электротехнического образования в России. Свой славный путь педагога Шателен начал в 1893 г. в качестве преподавателя электротехники в Петербургском электротехническом и Горном институтах. Одним из первых русских педагогов он начал читать специальные курсы лекций по электротехнике и составил несколько учебников. Ученый организовал в обоих институтах электротехнические лаборатории и обеспечил практическую подготовку будущих инженеров. При образовании в Петербурге Политехнического института Шателен явился инициатором организации там электротехнического факультета. Вначале в качестве профессора, а затем — декана электромеханического факультета этого института М. А. Шателен воспитал несколько поколений квалифицированных специалистов по сильноточной технике. В Политехническом институте им. была создана первая в стране высоковольтная лаборатория.

Велики заслуги ученого в осуществлении электрификации нашей страны. В 1920 г. он принимал активное участие в работе Государственной комиссии по электрификации России и разрабатывал



М. А. Шателен

одну из составных частей плана ГОЭЛРО — план электрификации Северного района.

М. А. Шателен являлся инициатором постановки многих научно-исследовательских работ в различных областях электротехники. В лабораториях Политехниче-

ского института еще в дореволюционные годы под его руководством были проведены научные исследования по фотометрии, метрологии и технике высоких напряжений. В послереволюционные годы научные работы Шателена способствовали развитию отечественной светотехники. В 1931 г. Шателен был избран членом-корреспондентом Академии наук СССР, где в течение многих лет руководил Ленинградской энергетической лабораторией Энергетического института им. Г. М. Кржижановского, которая своими работами принимала участие в решении проблемы создания энергетической системы СССР и электрификации транспорта.

Исключительно энергичной была научно-общественная деятельность Шателена. Он был активным членом Русского технического общества и вместе с другими представителями передовой русской интеллигенции выступал за создание независимой от иностранного капитала отечественной электротехнической промышленности. Он принимал деятельное участие в подготовке и проведении Всероссийских электротехнических съездов, сыгравших большую роль в объединении творческих сил рус-

ских электротехников. Ученым была проведена также большая работа по установлению научных связей электротехников нашей страны с международными научнотехническими объединениями.

С именем М. А. Шателена неразрывно связана история отечественной электротехники. Шателен — свидетель первых шагов новой, зарождавшейся отрасли техники, был современником выдающихся электротехников-изобретателей П. Н. Яблочкова, А. Н. Лодыгина, А. С. Попова, Н. Г. Славянова и известных профессоров Н. И. Бормана, Н. Г. Егорова, О. Д. Хвольсона. Шателен высоко ценил вклад в электротехнику наших талантливых соотечественников и создал при Политехническом институте музей, в котором хранятся образцы первых электротехнических приборов (свечи Яблочкова, лампы Чиголева и Лодыгина и т. п.). Глубокие знания, богатый практический опыт и личные воспоминания ученого нашли отражение в ряде его интереснейших работ по истории отечественной электротехники. Историки техники постоянно будут обращаться к литературному наследию М. А. Шателена.

Труды М. А. Шателена по истории науки

1. Русские электротехники в прошлом и подготовка их в Электротехническом институте в настоящее. «Электротехнический вестник», 1897, № 43.
2. Работы В. Томсона (лорда Кельвина) в области электротехники. «Электричество», 1924, № 6.
3. Электрическая свеча Яблочкова и связанные с нею изобретения. «Электричество», 1926, № 12.
4. Павел Николаевич Яблочков. Биографический очерк. «Электричество», 1926, № 12.
5. 10-летие Центрального электротехнического совета. «Электричество», 1928, № 21—22.
6. «Электричество» (1880 — 1930). Исторический обзор со времени возникновения. «Электричество», 1930, юбилейный номер.
7. Менделеев как метролог (К 25-летию смерти). В кн. «Архив истории науки и техники», вып. 1, Л., Изд-во АН СССР, 1933.
8. Из истории изобретения лампы накаливания (К 10-летию смерти А. Н. Лодыгина). В кн. «Архив истории науки и техники», вып. 4, Л., Изд-во АН СССР, 1934.
9. Установление абсолютной системы электрических и магнитных единиц. В кн. «Архив истории науки и техники», вып. 3, Л., Изд-во АН СССР, 1934.
10. 50-летие знаменитых опытов Марсели Демпре. «Электричество», 1935, № 19.
11. Памяти В. К. Лебединского. «Элек-

тричество», 1938, № 5 (совм. с В. Ф. Миткевичем).

12. Исторический обзор развития электрических и магнитных единиц. В кн. «Электрические и магнитные измерения», под ред. проф. Е. Г. Шрамкова, М.—Л., ГОНТИ, 1937.

13. Василий Назарович Каразин. «Электричество», 1940, № 10.

14. К шестидесятилетию журнала «Электричество», 1880—1940. «Изв. Акад. наук СССР, ОТН», 1940, № 9.

15. Как создавался план электрификации Северного района (К 20-летию плана ГОЭЛРО). «Электричество», 1940, № 12.

16. Электротехника в Академии наук СССР за 220 лет. «Электричество», 1945, № 6. (Совм. с М. И. Радовским).

17. О работах А. С. Попова на Парижском международном конгрессе по электричеству в 1900 г. Из воспоминаний. В сб. «Изобретение радио А. С. Поповым», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945.

18. Двадцать пять лет назад. «Электричество», 1945, № 12.

19. А. С. Попов в экспедиции по наблюдению полного солнечного затмения в 1887 г. Из воспоминаний. В сб. «Изобретение радио А. С. Поповым», М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945.

20. Знаменательная дата в развитии электрификации СССР. К 25-летию VIII Всероссийского электротехнического съезда. «Электричество», 1946, № 10.

21. К истории электротехники в России. «Вестник Академии наук СССР».

1946. № 1. (Совм. с М. И. Радовским).

22. Работы Института по энергетике за 30 лет. «Труды ЛПИ им. М. И. Калинина», 1947, № 6.

23. Пионеры электрического освещения. М., Воениздат, 1947.

24. Лодыгин, Яблочков, Эдисон, 1847—1947. «Электричество», 1947, № 10.

25. К изобретению трансформаторов переменного тока. «Электричество», 1948, № 10.

26. Русские электротехники второй половины XIX века. Л.—М., Госэнергоиздат, 1949.

27. Из истории изобретения трансформаторов переменного тока. В сб. «Вопросы истории отечественной науки», М.—Л., 1949.

28. Из истории метрологии в России. В сб. «Вопросы истории отечественной науки», М.—Л., 1949.

29. Дальние электропередачи энергии в СССР, их возникновение и развитие. «Природа», 1950, № 11.

30. Первый Всероссийский электротехнический съезд (К 50-летию съезда). «Электричество», 1950, № 1.

31. Работы Б. С. Якоби в области электрических измерений. «Электричество», 1950, № 9.

32. Великий изобретатель радио Александр Степанович Попов. Из воспоминаний современника. «Вестник связи», 1951, № 5.

33. Значение работ русских электриков XIX века в истории развития электротехники. «Труды по истории техники», Изд-во АН СССР, 1953, вып. 6.

Л. Д.

Ф. Ш. ТЕЙЛОР¹

В январе 1956 г. в Лондоне скончался Ф. Ш. Тейлор (F. Sh. Taylor), известный английский деятель в области истории науки.

Тейлор родился в ноябре 1897 г. Образование получил в Шерборне и в Колледже Линкольна в Оксфорде, где занимался изучением древних языков. В годы первой мировой войны Тейлор оставил эти занятия и начал изучать химию. После окончания войны он преподавал химию в школах, а затем в течение 1933—1938 гг. работал ассистентом-химиком в Колледже Королевы Марии в Лондоне. В это время за свои исследования в области истории греческой алхимии Тейлор получил степень доктора философии в Лондонском университете, где как раз в эти годы было организовано Отделение истории и методологии науки. В 1940 г. Тейлор был назначен куратором Музея истории науки в Оксфорде, а в 1950 г. — директором Научного музея в Лондоне.

Тейлор много времени уделял изучению

истории алхимии и деятельности ее представителей. Он был одним из инициаторов основания Общества по изучению алхимии и химии древности (1937 г.) и почетным редактором издаваемого этим Обществом журнала «Ambix». Активное участие принимал Тейлор в создании Британского общества истории науки (основано в 1947 г.) и в течение трех лет (с 1951 по 1953 г.) являлся его президентом.

Помимо многочисленных статей, опубликованных в специальных журналах «Ambix» и «Annals of Science», перу Тейлора принадлежит большое количество монографий по истории науки, химии и алхимии. Наиболее известными из них являются «Галилей и свобода мысли» (1938), «Краткая история науки» (1939), «Столетие науки» (1940), «Наука в прошлом и настоящем» (1947), «Алхимия» (1951), «История промышленной химии» (1955) и «Иллюстрированная история науки» (1956).

Особую популярность Тейлору принесла написанная им в 1936 г. книга «Мир науки», в которой образным языком рассказывалось о последних достижениях человеческой мысли.

В. Т.

¹ По материалам Dr. F. Sherwood Taylor. «Nature», 1956, vol. 177, N 4513, p. 774.

СОДЕРЖАНИЕ

А. Т. Григорьян, Л. С. Полак. Леонард Эйлер	3
Э. Кольман. Вклад Эйлера в развитие математики в России	15
А. П. Мандрыка (Ленинград). Основная задача внешней баллистики в трудах Леонарда Эйлера	26
И. А. Тюлина. О работах Л. Эйлера по теории гидрореактивного судна и водяной турбины	34
Э. Брода. (Австрия). Людвиг Больцман	47
Го Цзин-чу (КНР). Происхождение учения о двадцати восьми знаках лунного Зодиака	55
Л. Л. Зайцева, Н. А. Фигуровский. Роль проф. П. П. Орлова в изучении радиоактивности природных объектов Сибири и Алтая	63
Е. А. Будрейко. Учение Даниэля об электролизе растворов электролитов	72
Н. А. Григорьян. Развитие идей И. М. Сеченова в трудах А. Ф. Самойлова	80
А. Н. Иванов (Ярославль). В. Н. Татищев как исследователь карстовых явлений	86
В. П. Федчина. Средняя Азия на русских чертежах (картах) XVII в.	94
Лю Сянь-чжоу (КНР). Об изобретении в Китае приборов для измерения времени	105
В. Н. Сокольский. Работы советских ученых по расчету самолета на прочность (1918—1925)	119
Г. К. Цварава (Бокситогорск). Чехословацкая электротехника в XIX в.	129

ДИСКУССИИ

И. Я. Конфедератов. К вопросу о периодизации истории техники	141
А. А. Зворыкин. О некоторых вопросах периодизации истории естествознания и техники	153

СООБЩЕНИЯ И ПУБЛИКАЦИИ

И. М. Рабинович (Рига). Эпизод из творческой деятельности Леонарда Эйлера	163
Л. С. Фрейман (Воронеж). Л. Эйлер и аналитический метод в механике	164
В. Г. Баклаев. Л. Больцман и гипотеза квантов энергии М. Планка	167
С. Н. Киро (Одесса). К вопросу о развитии механического способа решения алгебраических уравнений	169
Чл.-корр. АН Рум. Нар. Респ. К. Симонеску, К. Калистру (Румынская Народная Республика). О научных связях русских и румынских химиков	172
Г. В. Быков. Что понимали под «химическим строением» русские химики — предшественники А. М. Бутлерова?	179

Б. Е. Райков (Ленинград). Об одной неизвестной речи Карла Бэра	181
А. Я. Черняк. Новые документы о П. П. Аносове	184
А. А. Ураносов. Неопубликованные чертеж и описание мельницы XVII в.	187
А. А. Ураносов. К истории составления «Книги Большому Чертежу»	188
Чл.-корр. АН СССР А. М. Самарин, Н. С. Шаниро. Академик С. Г. Струмилин. (К 80-летию со дня рождения)	191

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

С. В. Шухардин. «Сборник по истории естественных наук и техники»	195
Л. Я. Бляхер. Л. Л. Гельфенбейн. «Русская эмбриология второй половины XIX в.»	200
Н. А. Фигуровский. Георг Локкерман. «История химии. II». От открытия кислорода до современности	200
И. В. Батушкова. «Очерки по истории геологических знаний». Вып. 5.	201
В. П. Немчинов. А. М. Торнигорев. «Воспоминания горного инженера»	203
Основные книги по истории естествознания и техники, опубликованные в 1956 г.	

ХРОНИКА НАУЧНОЙ ЖИЗНИ

Пятидесятилетие со дня смерти Д. И. Менделеева (К. Ц. Елагина)	206
В Институте истории естествознания и техники АН СССР (А. А. Ураносов, М. Д. Эльман, Т. В. Дручкова).	207
Третья научная конференция аспирантов и младших научных сотрудников Института истории естествознания и техники АН СССР (М. И. Мосин)	210
Столетие со дня рождения Генриха Рудольфа Герца. (В. М. Титова)	211
75-я годовщина Международного электротехнического съезда 1881 г. (Л. А. Каляшиков)	212
150 лет со дня рождения Юлиуса Вейсбаха (Е. И. Выборнова)	213
Памяти выдающихся ученых	
Б. Н. Юрьев (П. Б. Соколов)	214
М. А. Шателен (Л. Г. Давыдова)	215
Ф. Ш. Тейлор (В. М. Титова)	217

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Н. А. Фигуровский (главный редактор), А. Т. Григорьян,
А. А. Зворыкин, В. П. Зубов, И. Я. Конфедератов,
П. П. Перфильев, Б. Е. Райков, П. Б. Соколов, Ю. Н. Сорочкин,
Б. С. Сотин, С. В. Шухардин, А. П. Юшкевич

Вопросы истории естествознания и техники, вып. 4

Утверждено к печати
Институтом истории естествознания и техники
Академии наук СССР

Редактор издательства И. Г. Кудашева
Технический редактор А. А. Киселева

РИСО АН СССР № 6-104В. Сдано в набор
16/IX 1957 г. Подписано к печати 22/XI 1957 г.
Формат 70 × 108^{1/16}. Печ. л. 13,75=18,83. Уч.-изд. 20 л.
Тираж 2700 экз. Т-10831. Изд. № 2633. Тип. вак. № 307.

Цена 16 р.

Издательство Академии наук СССР
Москва Б-64, Подосеппский пер., 21
1 тип. издательства АН СССР
Ленинград В-34, 9 линия, 12

ОПЕЧАТКИ И ИСПРАВЛЕНИЯ

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
16	7 св.	$\Gamma^{\circ}(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx,$	$\Gamma(z) = \int_0^{\infty} x^{z-1} e^{-x} dx,$
52	4 св.	стороне	сторон-
141	23 сп.	машина,	машина;
159	16 сп.	человека;	человека,
159	18 сп.	орудия;	орудия,
159	18 сп.	простых орудий:	орудий,

Вопросы истории естествознания и техники, в. 4